

16.906/H/02

**TESIS**

**KONTRIBUSI TUTUPAN LAHAN TERHADAP SUHU ATMOSFER  
RATA-RATA BERDASARKAN CITRA LANDSAT TM-5 DENGAN  
METODE KORELASI ANTAR BAND**

**Oleh**

**SUPENO**

**Nrp.: 3199.204.001**

RT  
621.367  
Sup  
E-1  
2002

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
BIDANG KEAHLIAN PENGINDERAAN JAUH DAN GIS  
PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2002**

PERSEMBAHAN	
Tgl. Te.	11 - 07 - 2002

**KONTRIBUSI TUTUPAN LAHAN TERHADAP SUHU ATMOSFER  
RATA-RATA BERDASARKAN CITRA LANDSAT TM-5 DENGAN  
METODE KORELASI ANTAR *BAND***

**Tesis Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Magister Teknik (M.T)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

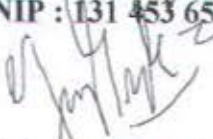
**Oleh  
Supeno  
NRP : 3199 204 001**


**Disetujui oleh tim penguji tesis :**

**Tanggal :  
10 Mei 2002**

  
**1. DR. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
NIP : 131 453 658**

**Periode Wisuda  
September 2002**

  
**2. Ir. Yuwono, Msi  
NIP : 131 453 687**

  
**3. DR. Ir. M. Taufik  
NIP : 131 633 395**

  
**4. DR. Ir. Bangun Mulyo S  
NIP : 131 283 372**

**Direktur Program Pascasarjana**

  
**DR. Ir. Sekartedjo, MSc  
NIP : 130 701 281**





## Abstrak

Tutupan lahan di muka bumi terpilah menjadi 3 bagian, yaitu: (1) tutupan lahan berupa air, (2) tutupan lahan berupa tanah atau lahan kosong, (3) tutupan lahan berupa vegetasi. Komposisi antara lahan kosong, vegetasi, lahan basah, dan gedung seringkali menjadi bahan pertimbangan dalam menciptakan kesejukan lingkungan. Masalah ketidaksejukan lingkungan telah terjadi di wilayah Kodya Malang sejak beberapa tahun terakhir ini, karena semakin tidak setimbangnya komposisi tersebut. Karena itu, timbul upaya dari Pemda Kodya Malang untuk memulihkan kembali Kodya Malang menjadi kota yang sejuk, namun hasilnya belumlah seperti yang diharapkan.

Tematik mapper atau TM pada Landsat TM-5 merupakan citra yang cukup efektif dalam mencari solusi masalah tersebut, karena Landsat TM-5 mempunyai 7 kanal, yaitu kanal 1, 2, 3, 4, 5, 7, sebagai pemeta tutupan lahan di muka bumi, dan kanal 6, sebagai pemeta kapasitas panas (C) atau suhu atmosfer (T) yang berdekatan dengan muka bumi. Dalam citra Landsat TM-5 intensitas cahaya pantul dari tutupan lahan, yang terekam oleh sensor TM, biasa dinyatakan dengan angka yang menyatakan tingkat keabuan dari intensitas cahaya pantul dengan rentangan angka dari 0 sampai dengan 255. Sehingga dimungkinkan mencari korelasi antara tingkat keabuan tutupan lahan dengan tingkat keabuan C atau T yang berdekatan dengan muka bumi. Berdasarkan citra Landsat TM-5 tahun 1997, dengan  $(path, row) = (118,65)$  diperoleh informasi bahwa di Kodya Malang terdapat beberapa jenis tutupan lahan, yaitu: (1) gedung, vegetasi, lahan kosong, lahan basah, dan lahan komposit.

Dengan pendekatan kuantitatif dan teknik multiple regresi/korelasi bisa diperoleh informasi sumbangan efektif (SE) tutupan lahan di wilayah Kodya Malang terhadap suhu atmosfer T di atasnya, yang selanjutnya bisa digunakan untuk bahan pertimbangan untuk menentukan komposisi tutupan lahan demikian rupa sehingga akan terbentuk kondisi Kodya Malang yang sejuk.

Hasil pengolahan dan analisis data penelitian menunjukkan bahwa *SE semua tutupan lahan terhadap C atau suhu atmosfer T* di Kodya Malang sama dengan  $R^2 = 97,1495\%$ , sedangkan SE tiap jenis tutupan lahan kepada C berturut-turut adalah: (1) lahan kosong 35,69 %, (2) gedung 34,88 %, yang mana kontribusi tutupan lahan aspal/beton 51 % dan pemukiman 15,62 %, (3) lahan basah 11,26 %, (4) lahan komposit 7,76 % dan (5) vegetasi 7,56 %, yang mana kontribusi tanaman pohon 7,50 %, tanaman perdu 7,52 % dan tanaman gramineae 7,64 %. Diperoleh pula *SE tiap jenis tutupan lahan kepada suhu T* adalah: (1) gedung 2,6995 %, yang terumbang oleh 3,1965 % aspal/beton dan 2,0219 % pemukiman, (2) lahan basah 2,1109 %, (3) lahan kosong 2,1026 % (4) vegetasi 1,1099 % dan (5) tutupan lahan komposit 1,4947 %.

Berdasarkan besar SE tersebut dapat disimpulkan bahwa wilayah pemukiman yang sejuk akan terwujud jika dilakukan beberapa tindakan berikut: (1) meminimumkan tutupan lahan kosong, yang *SEnya* 35,69 %; dan jenis tutupan lahan berupa aspal/beton, yang *SEnya* 54,1391%; dengan jalan meningkatkan luas tutupan lahan jenis tanaman pohon pada/disekitar tutupan lahan aspal/beton dan di dalam lahan kosong. (2) meningkatkan luas tutupan lahan vegetasi terutama jenis tanaman pohon dan atau (3) meningkatkan luas tutupan lahan komposit di pemukiman, karena SE tutupan lahan komposit kepada C atau T atmosfer adalah *relatif kecil*. Berarti agar terjadi pemukiman yang sejuk haruslah menciptakan pemukiman yang wujudnya adalah *tutupan lahan komposit*, dengan komposisi perbandingan tiap jenis tutupan lahan bisa ditentukan berdasarkan perbandingan SE berikut: lahan basah : lahan kosong : tutupan lahan gedung : tutupan lahan vegetasi = 1,4 : 1,4 : 1,8 : 1,0.

**Kata-kata Kunci:** Tutupan lahan, Tingkat keabuan, Kapasitas panas, Kontribusi efektif.



## Abstract

Landcover in the earth have been classified became three parts, those: (1) as water, (2) as soil or land, and (3) as vegetation. Composition among land, vegetation, wet land, and building often to become matter of judgement to create coolness environment. Problem of not coolness of environment have been became in Kodya Malang area since the last years, because more and more not equilibrium those composition mentioned above. Therefore, emerging efforts from government of Kodya Malang area for to recovery Kodya Malang as coolness city, however those product mentioned not yet as hoped.

Thematic mapper or TM in Landsat TM-5 as image that efectively sufficient in to find of problems solution mentioned above, because Landsat TM-5 has canal seven, those are 1, 2, 3, 4, 5, 7, canal as landcover mapper in the earth surface, and 6 canal, as heat capacity mapper (C) or atmosfer temperature (T) that approach to the earth surface. In Landsat TM-5 image, intensity of rays reflection from landcover, that recorded by TM censor, customely have been expresed by grey level coeffisient that explain grey level of reflection light intensity those have range of coeffisient from 0 untill 255. Therefore, probabled to find correlation between grey level of land cover and grey level of heat capacity C or atmosfere temperature T those approach to the earth surface. Based on image of Landasat TM-5 in years of 1997, with (*path, row*) = (118,65) founded some informations that in Kodya Malang area there are some landcover, those are: (1) building, vegetation, land, wet land, and composite land.

With quantitative approach and multiple regression/correlation methode will be founded some information about efectively contribution (EC) of landcovers in Kodya Malang area to atmosfer temperature T, so may be used for judgement matters to determine landcovers composition that will create to coolness Kodya Malang area.

Research data analysis have found that EC of all landcover type about C or atmosfere temperature T in Kodya Malang area equal with  $R^2 = 97.1495\%$ , while EC of each landcover to C successively are: (1) land is 35.69 %, (2) building is 34.88 %, which contribution of landcover of asphalt/concrete is 51 % and landcover of settlement is 15.62 %, (3) wet land is 11.26 %, (4) composite land is 7.76 % and (5) vegetation is 7.56 %, which contribution of tree plants is 7.50 %, clump plants 7.52 % and gramineae plants is 7.64 %. Also found EC each landcover type to temperature T are: (1) building is 2.6995 %, that contributed by asphalt/concrete is 3.1965 % and settelment is 2.0219 %, (2) wet land is 2.1109 %, (3) land is 2.1026 % (4) vegetation is 1.1099 % and (5) composite landcover is 1.4947 %.

Based on EC mentioned above can be concluded that coolness settelment area will be created if executed some activity, those are : (1). make land is minimum, that EC is 35.69 %; and asphalt/concrete landcover that EC is 54.1391%; with to increase of tree plants landcover area at/around asphalt/concrete landcover and in land. (2) to increase vegetation landcover area vegetasi mainly tree plants type and or (3) to increase composite landcover area in settelment area, because EC of composite landcover to heat capacity C or atmosfere temperature T is litle relatively, that mean in order that to create coolness settelment must be created settelment type as composite landcover, with composition of proportion for each landcover type may be determined base on proportion of efectively contribution (EC) are: wet land : land : building landcovers: vegetasion landcovers = 1.4 : 1.4 : 1.8 : 1.0.

**Key words:** Landcover, Grey level, Heat capacity, Efectively contribution.



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, penulisan tesis yang berjudul "Kontribusi Tutupan Lahan Terhadap Suhu Atmosfer Rata-rata Berdasarkan Citra Landsat TM-5 Dengan Metode Korelasi Antar Band." telah terselesaikan.

Penulisan tesis ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa dukungan, saran dan bimbingan dari para pembimbing maupun para penguji. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Teguh Heryanto MSc, selaku Ketua Program Penginderaan Jauh di ITS-Surabaya, yang telah memberikan dorongan, masukan, maupun fasilitas untuk terselesaikannya tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Mochamad Taufik MSc, selaku pembimbing I, dan Bapak Dr. Ir. Bangun Mulyo MSc, selaku pembimbing II, yang telah membimbing kearah semakin baiknya tesis ini, dan memberikan dorongan moril untuk semakin semangat dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.
3. Bapak Ir. Yuwono MSc dan Bapak Ir. Mansur Muhamadi MSc, yang telah memberikan masukan dan dorongan untuk semakin baiknya tesis ini.

Karena jasa Bapak-bapak tersebut di atas, penulis memanjatkan do'a semoga Bapak-bapak tersebut mendapatkan pahala yang setimpal dan limpahan rachmat dari Allah S.W.T.

Amien.

Malang; 10 Mei 2002

Penulis

## DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Daftar Tabel .....	v
Daftar Gambar .....	vi
Daftar Diagram .....	ix

### BAB I : PENDAHULUAN.

1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Definisi Istilah .....	6

### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA..

2.1 Besaran Fisis Cahaya Dan Hakekat Citra Satelit Digital .....	8
2.1.1. Besaran Fisis Pencahayaan .....	8
2.1.2. Hakekat Citra Satelit Digital .....	12
2.1.3. Karakteristik Citra Landsat TM-5 .....	13
2.1.4. Kondisi Dan Ketinggian Atmosfer .....	14



2.2 Pemrosesan Citra Satelit Digital .....	15
2.2.1. Pemrosesan Awal ( <i>Pre-processing</i> ) .....	
2.2.1.1. Koreksi Radiometris .....	16
2.2.1.2. Koreksi Geometris .....	16
2.2.1.3. Resampling .....	17
2.2.1.4. Penajaman Citra .....	17
2.2.1.5. Klasifikasi Citra .....	21
2.3 Prosedur Pengolahan Citra Dengan Er-Mapper 5.5. ....	23
2.4 Korelasi Citra Digital .....	23
2.4.1. Korelasi Citra Dua Dimensi .....	24
2.4.2. Metode Perhitungan Korelasi Digital .....	25
2.4.2.1. Metode Fungsi Kovarian .....	26
2.4.2.2. Metode Koefisien Korelasi .....	27
2.4.2.3. Metode Harga Mutlak Selisih Tingkat Keabuan .....	28
2.4.2.4. Metode Kuadrat Selisih Tingkat Keabuan .....	29
2.5. Teori Dasar Global Positioning System (GPS) .....	29

### **BAB-III : METODOLOGI PENELITIAN.**

3.1 Disain Penelitian .....	33
3.2 Pendekatan Penelitian .....	33
3.2.1. Parameter Penelitian .....	33
3.2.2. Model Yang Digunakan .....	34

3.2.3. Metode Pengumpulan Data .....	37
3.2.4. Metode Analisis Data .....	37

#### **BAB IV : HASIL-HASIL PENELITIAN..**

4.1 Hasil Pra-prosesing Citra .....	39
4.2 Hasil Pelaksanaan Prosesing Citra .....	40
4.3 Statistik Dari Wilayah Hasil Klasifikasi Terbimbing .....	42
4.4 Hasil Analisis Data Penelitian .....	55
4.5. Bahasan Hasil Analisis Data Penelitian .....	63

#### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

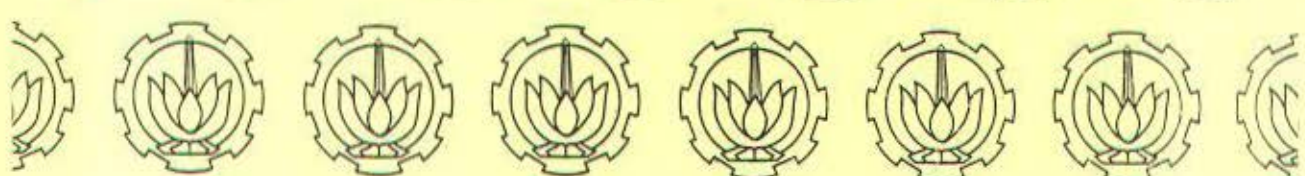
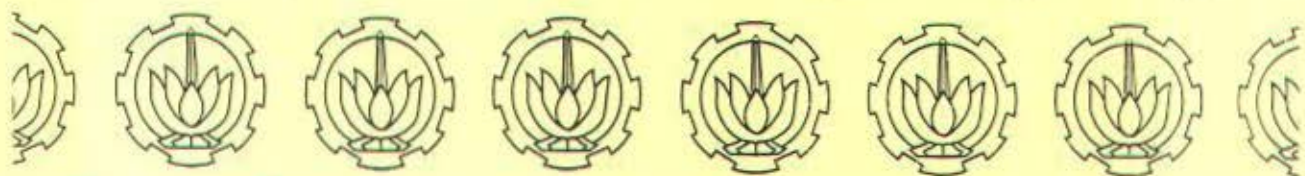
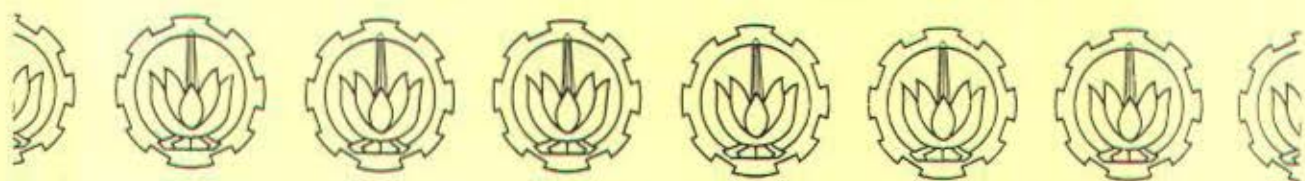
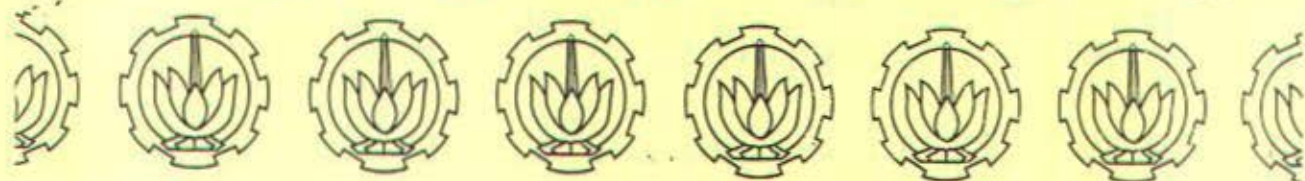
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran-saran .....	69

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
-----------------------------	-----------

#### **DAFTAR LAMPIRAN**

\*\*\*\*\*





# BAB 1



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah.

Kenampakan tutupan lahan di muka bumi terpilah menjadi 3 bagian utama, yaitu: tutupan lahan berupa air, tutupan lahan berupa tanah, yang lazimnya di sebut lahan kosong, dan tutupan lahan yang berupa vegetasi (*Lillisand dan Kuiffer, 1997*). Berdasarkan teori fisika, air mempunyai sifat cenderung meneruskan dan atau membiasakan cahaya, serta mempunyai daya pantul terhadap cahaya yang sangat kecil. Karena itu, cahaya matahari yang datang pada permukaan air hampir tidak ada yang di pantulkan kembali ke dalam atmosfer, sehingga intensitas cahaya pantul tersebut jika di rekam dengan sensor cahaya yang terpasang pada satelit akan menghasilkan kenampakan citra yang berwarna hitam. Di dalam teori penginderaan jauh besar kecilnya intensitas cahaya pantul yang terekam oleh sensor cahaya tersebut biasa dinyatakan dengan angka yang lazim disebut sebagai angka keabuan atau tingkat keabuan (*grey level*) atau *digital number*. Karena pada air hampir tidak ada cahaya pantul yang menuju sensor satelit, maka dikatakan tingkat keabuan air sama dengan nol. Sebaliknya, seandainya cahaya yang datang pada suatu permukaan tertentu dipantulkan seluruhnya maka hasil rekaman sensor cahaya yang terpasang pada satelit akan nampak putih. Keadaan demikian dikatakan mempunyai tingkat keabuan maksimum, dan lazim dinyatakan dengan angka keabuan sama dengan 255. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rentangan angka tingkat keabuan bagi kenampakan obyek dipermukaan bumi adalah 0 sampai dengan



255. Sehingga untuk lahan/tanah kosong, yang tidak terdapat air dan vegetasi, dimana jarak antar molekul-molekulnya jauh lebih dekat dari pada jarak antara molekul air, karena itu mempunyai daya pantul terhadap cahaya yang jauh lebih besar, sehingga hasil rekaman sensor satelit terhadap intensitas cahaya pantul dari permukaan tanah mempunyai harga tingkat keabuan cahaya pantul dari tanah terletak diantara harga tingkat keabuan 0 dan 255. Selanjutnya vegetasi, disamping mempunyai kandungan air di dalamnya biasanya jarak antar molekul-molekul daunnya relatif besar sehingga daun-daun tersebut mempunyai sifat pipih/lembek atau tidak tegar/rigid, sehingga mudah ditembus cahaya. Karena itu, pantulan cahaya matahari yang datang pada daun tersebut mempunyai tingkat keabuan yang besarnya di antara tingkat keabuan dari cahaya pantul dari air dan lahan kosong, yang besarnya sangat tergantung pada kandungan zat kimia di dalam tanah tersebut.

Gejala alam yang dirasakan oleh penduduk Kodya Malang sa'at ini menyatakan bahwa di wilayah Kodya Malang sekarang ini terasa tidak sejuk lagi jika dibandingkan dengan keadaan wilayah Kodya Malang pada dekade sebelumnya. Diduga hal ini karena adanya perubahan tutupan lahan yang cukup besar di samping adanya polusi udara yang berasal dari polutan atmosfer. Karena itu perlu adanya upaya untuk mengembalikan iklim di wilayah Kodya Malang menjadi terasa sejuk lagi. Untuk itu perlu diketahui seberapa besar kontribusi lahan kosong, lahan bervegetasi, dan lahan basah terhadap suhu atmosfer di atas wilayah Kodya Malang. Namun demikian, sampai saat ini belum terungkap seberapa besar pengaruh jenis tutupan lahan tersebut terhadap suhu atmosfer di atas wilayah Kodya Malang?

Dilain pihak, citra satelit dalam hal ini citra Landsat TM-5 merupakan citra yang cocok untuk mengungkap berbagai informasi yang terkandung dalam kenampakan lahan dimuka bumi, karena satelit Landsat TM-5 mampu menghasilkan citra kenampakan muka bumi yang memadai; selain kelebihanya mempunyai sensor dengan 7 kanal yang mana masing-masing kanal mempunyai fungsi sendiri-sendiri yang berbeda, misalnya band 5, band 4 dan band 2 secara bersama-sama mampu mengungkap kenampakan lahan di bumi secara natural atau alamiah. Di samping itu band-6 mampu memetakan kapasitas panas di muka bumi, sehingga kapasitas panas di atas lahan kosong, atau di atas lahan bervegetasi maupun lahan basah akan mampu dipetakan oleh citra Landsat-5 dengan menggunakan band-6. Dengan demikian, Landsat TM-5 merupakan sarana yang efisien dan efektif untuk mengetahui pengaruh jenis tutupan lahan di muka bumi dengan kapasitas panas atau suhu atmosfer yang berdekatan dengan muka bumi tersebut. Namun demikian, hingga kini belum terungkap seberapa besar pengaruh jenis tutupan lahan di muka bumi dalam wilayah Kodya Malang terhadap suhu atmosfer yang berdekatan dengannya.

Suhu atmosfer sangat ditentukan oleh beberapa faktor, faktor pengaruh yang dominan antara lain suhu bumi, suhu radiasi matahari, ketinggian wilayah, luas wilayah yang tutupan lahannya sejenis. Suhu bumi sebagai reservoir panas yang sangat besar jika dibanding dengan luas wilayah Kodya Malang yang diteliti, karena itu pengaruhnya bisa dianggap konstan. Demikian pula pengaruh radiasi cahaya dari matahari terhadap wilayah Kodya Malang yang sangat besar, maka pengaruh suhu cahaya matahari



terhadap suhu atmosfer di wilayah Kodya Malang juga relatif konstan. Karena itu kedua sumber pengaruh suhu tersebut tidak dilibatkan sebagai variabel penelitian.

Lain dari pada itu, citra Landsat TM-5 rekaman tahun 1997, sampai saat ini masih tergolong citra yang representatif sebagai sumber data, maka dalam penelitian ini ditetapkan citra Landsat TM-5 rekaman tahun 1997.

Ketinggian wilayah dapat mempengaruhi suhu atmosfer di atasnya, sebagai akibat lebih kuatnya hembusan angin yang melaluinya, karena itu perlu diambil wilayah atau populasi penelitian yang sama tingginya. Dengan kaata lain, wilayah atau populasi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah Kodya Malang yang datar.

Berdasarkan bahasan di atas maka dilakukan penelitian yang berjudul:  
Kontribusi tutupan lahan terhadap suhu atmosfer rata-rata berdasarkan citra Landsat TM-5 dengan metode korelasi antar band.

## **1.2 Perumusan Masalah.**

Berdasarkan bahasan di atas maka dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

- (1) Bagaimana distribusi harga tingkat keabuan citra Landsat TM-5 pada band-6 dan band 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 untuk wilayah yang tertutup oleh: (a) gedung, (b) vegetasi, (c) lahan kosong, (d) lahan basah, dan (e) tutupan-lahan komposit?
- (2) Berapa besar kontribusi tutupan lahan yang berupa: (a) gedung, (b) vegetasi, (c) lahan kosong, (d) lahan basah, dan (e) tutupan-lahan komposit; terhadap suhu atmosfer rata-ratanya?

### 1.3 Tujuan Penelitian.

Bertitik tolak dari rumusan masalah tersebut di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

- (1) menentukan distribusi harga tingkat keabuan citra Landsat TM-5 pada band-6 dan band 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 untuk wilayah yang tertutup oleh: (a) gedung, (b) vegetasi, (c) lahan kosong, (d) lahan basah, dan (e) tutupan-lahan komposit?
- (2) menentukan besar kontribusi tutupan lahan yang berupa: (a) gedung, (b) vegetasi, (c) lahan kosong, (d) lahan basah, dan (e) tutupan-lahan komposit; terhadap suhu atmosfer rata-ratanya?

### 1.4 Manfaat Penelitian.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai:

- (1) bahan pertimbangan untuk mencari komposisi yang cocok antara luasan: gedung, vegetasi, lahan kosong, lahan basah, dan tutupan-lahan komposit, demikian sehingga upaya pemulihan kondisi yang sejuak di suatu wilayah tertentu, khususnya di wilayah Kodya Malang, bisa tercapai.
- (2) dengan di temukannya korelasi dan atau kontribusi dari tutupan lahan yang berupa: gedung, vegetasi, lahan kosong, lahan basah, dan tutupan-lahan komposit; terhadap suhu atmosfer rata-rata maka bisa dikembangkan wilayah pemukiman sehat yang berwawasan lingkungan, pengendalian erosi maupun banjir.



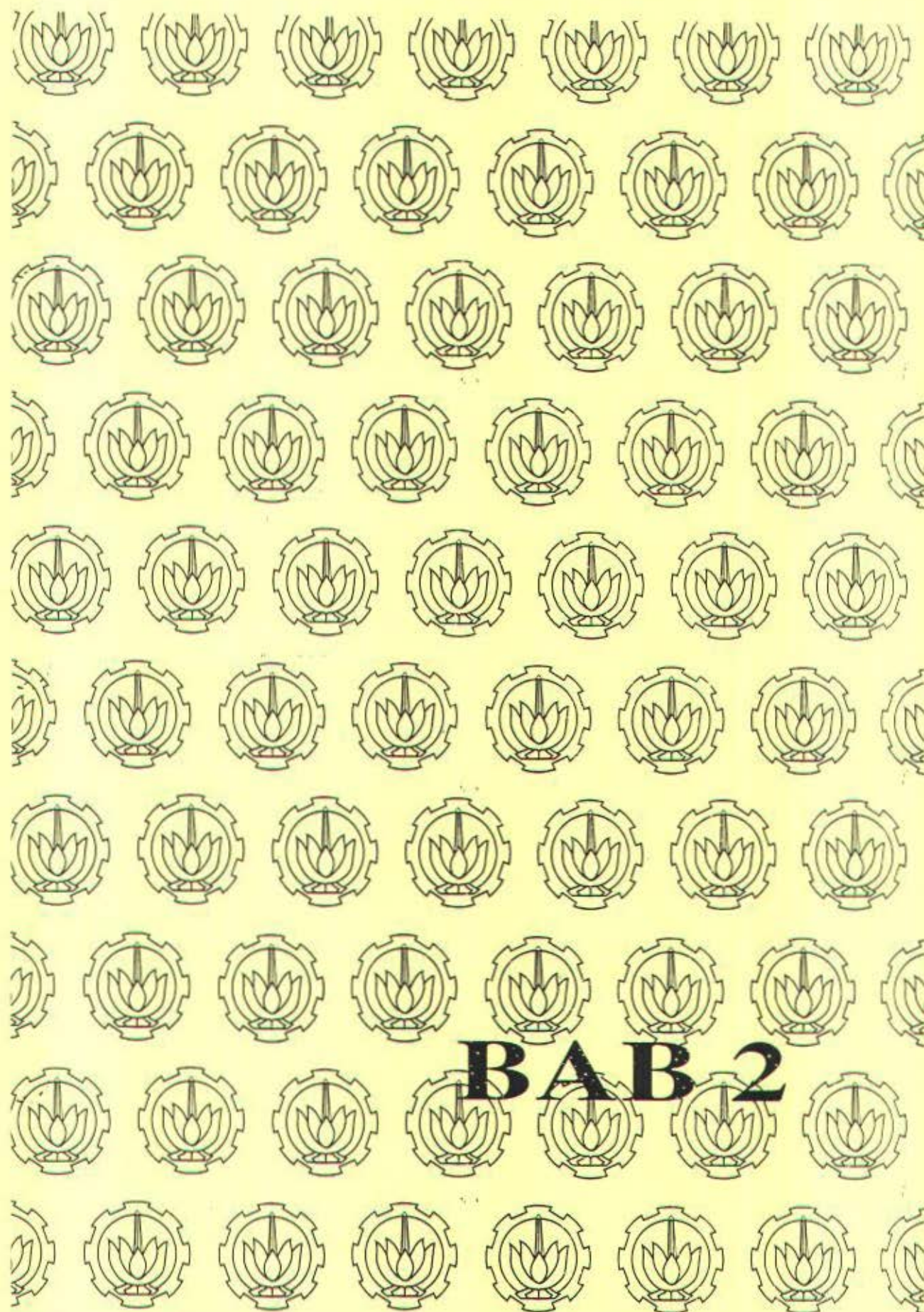
### 1.5 Definisi Istilah.

- (1) Korelasi adalah hubungan antara dua kelompok data atau lebih yang berpengaruh satu sama lain. Koefisien korelasi ( $r$ ) adalah angka yang menyatakan kekuatan hubungan antara dua kelompok data atau lebih yang berpengaruh satu sama lain, dimana  $0 \leq r \leq 1$  ( *Kerlinger, F.N. 1978. Halaman 69*)
- (2) Kontribusi adalah sumbangan efektif atau koefisien determinasi, yaitu kuadrat dari koefisien korelasi ( *Kerlinger, F.N. 1978. Halaman 451*)
- (3) Suhu atmosfer adalah suhu lapisan atmosfer yang paling dekat dengan muka bumi, yang pada ketinggian 100 km mengandung unsur : 78,08% nitrogen ( $N_2$ ), 20,95% oksigen ( $O_2$ ), dan 0,93% argon, ( *Irwan, Syaeful. 1998*).
- (4) Suhu atmosfer rata-rata adalah suhu lapisan atmosfer yang paling dekat dengan muka bumi, dan merupakan harga rata-rata dari suhu di atas semua tutupan lahan.
- (5) Lahan kosong adalah lahan atau daerah yang kemampuannya untuk mendukung kehidupan dan vegetasi atau tutupan lahan lainnya kurang dari sepertiga luas daerahnya ( *Lillesand dan Kiefer, 1997, halaman 152*)
- (6) Lahan basah adalah lahan atau daerah dimana permukaan air tanahnya yang terletak pada, dekat, atau di atas permukaan lahan ada hampir sepanjang tahun ( *Lillesand dan Kiefer, 1997, halaman 151*).
- (7) Tutupan lahan vegetasi adalah daerah yang tertutup oleh tanaman pohon, tanaman perdu, dan tanaman gramineae (rerumputan).

- (8) Tutupan lahan gedung adalah daerah yang tertutup oleh aspal, beton, dan atau pemukiman.
- (9) Tutupan lahan komposit adalah daerah yang tutupan lahannya berupa kombinasi yang mungkin dari tutupan lahan kosong, lahan basah, tutupan lahan vegetasi, dan tutupan lahan gedung.

\*\*\*\*\*







## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Besaran Fisis Cahaya Dan Hakekat Citra Satelit Digital.

##### 2.1.1 Besaran Fisis Pencahayaan.

*Proses radiasi cahaya* adalah proses pancaran (emisi) secara kontinyu tenaga cahaya dari permukaan suatu benda. Tenaga yang dipancarkan disebut *tenaga radian* (E). *Intensitas radiasi* (I) adalah laju pancaran tenaga radian (E) tiap satuan luas (F. W. Sears, 1954), yang secara matematis bisa ditulis sebagai berikut:

$$I = \frac{dE/dt}{dA} \quad (\text{Joule/dtk./m}^2 = \text{Watt/m}^2) \quad (2-1)$$

Menurut hukum *Stefan*  $I = \frac{dE/dt}{dA} = e \sigma T^4$  (2-2)

dimana:  $e$  = koefisien pancaran (*emisi*),  $0 \leq e \leq 1$ , yang besarnya bergantung pada

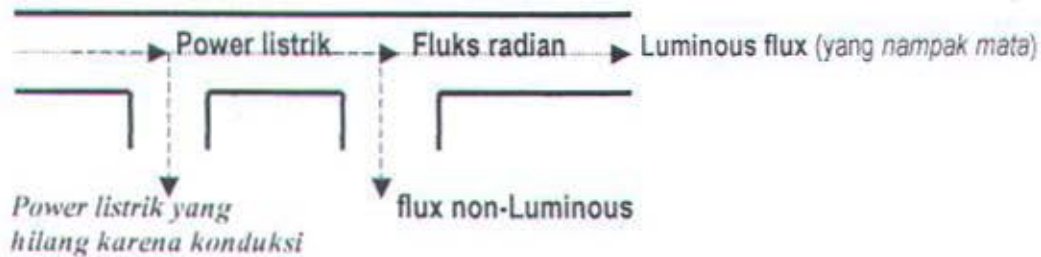
jenis bahan bendanya dan harganya semakin besar jika permukaannya semakin kasar, dan semakin kecil jika permukaannya semakin halus.

$$\sigma = \text{konstanta Stefan} = 5,6699 \times 10^{-5} \text{ erg/dtk cm}^2 = 5,6699 \times 10^{-8} \text{ J/dtk m}^2$$

$T$  = suhu Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) dari permukaan benda.

*Fluks radian* adalah *power radian*, yaitu tenaga yang dipancarkan oleh permukaan suatu benda tiap satu satuan waktu. *Fluks cahaya tampak* (*luminous flux*) adalah sebagian kecil *fluks radian* yang mampu mempengaruhi mata manusia (lihat gambar 2-1).





Gambar 2-1: Konversi daya listrik ke dalam *luminous flux* dan *non-luminous flux*

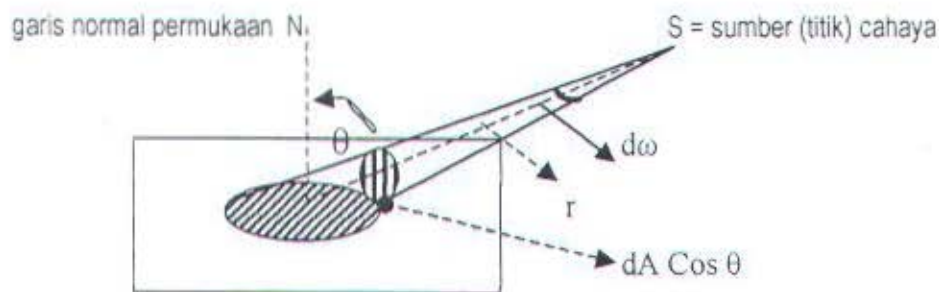
Satuan *Luminous flux* adalah *lumen*, yaitu *luminous flux* yang memancar dari  $1/60 \text{ cm}^2$  luasan yang menghadap ke sumber standart, dan sudut ruang satu *ster-radiant*. Satu *ster-radiant* adalah satuan sudut ruang yaitu besarnya sudut ruang pada pusat bola yang jari-jarinya 1 meter, dan menghadap permukaan bola tersebut seluas  $1 \text{ m}^2$ . Sudut ruang total = luas permukaan bola/ $R^2 = (4 \pi R^2)/R^2 = 4 \pi \text{ ster-radiant}$ . Efisiensi *luminous* = *fluks luminous/fluks radiant*, satuan lumen/watt.

*Kesan kenampakan (the visual sensation)* yang dihasilkan oleh *luminous flux* mempunyai 3 sifat (F.w. Sears, 1954, halaman 803), yaitu: (1). berwarna-warni (*hue*), yaitu atribut yang mampu mengklasifikasikan kesan (sensasi) seperti merah, hijau, biru, dlsb, (2). *saturation*, yaitu sifat yang mampu menjelaskan ke arah mana kesan/sensasi akan menyimpang dari keabuan yang netral (*neutral gray*), dan (3). kecerahan (*brightness*), sensasi kecerahan ini dijelaskan pada gambar 2-2 di bawah ini



Gambar 2-2: Skala keabuan yang menjelaskan kesan (sensasi) kecerahan. Kesan kecerahan terkuat ditimbulkan oleh segi-4 sebelah kiri, paling lemah ditunjukkan oleh segi-4 sebelah kanan.

Mata paling sensitip pada warna hijau ( $\lambda = 555 \text{ nm}$ ) Illuminansi (E) atau kuat penerangan atau  $dF/dA$  didefinisikan sebagai *fluks luminous* yang datang pada luasan dibagi dengan luasan yang didatangi, (satuan: lumen/ $\text{m}^2$ ), dan dapat diukur dengan *sel fotolistrik photronic*. Intensitas cahaya (*luminous*) dari sumber dalam arah kerucut atau  $I$  didefinisikan sebagai  $dF/d\omega$ , dimana  $d\omega$  adalah besar sudut ruang, sehingga satuan intensitas cahaya adalah lumen/ ster-radiant.



Gambar 2-3: Intensitas cahaya dari sumber titik..

### Suhu Kecerahan Obyek Dan Fungsi Intensitas Spektral Planck.

Suhu radiansi spektral *upwelling* atau *signal satelit* bisa dinyatakan dalam bentuk suhu kecerahan  $T$  yang semata-mata sebagai suhu pancar/emisi benda hitam yang akan mempunyai radiansi spektral yang sama. Fungsi radiansi *Planck* jika dinyatakan dalam bentuk  $\lambda$  dan frekuensi  $\nu$  berturut-turut mempunyai bentuk fungsi sebagai berikut

$$I_{\lambda}(T)d\lambda = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} d\lambda \quad (2-3)$$

$$\text{dan} \quad I_{\lambda}(T) d\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} d\lambda \quad (2-4)$$



dimana:  $\lambda = c/\nu$  ; (2-5)

dengan  $\lambda$  = panjang gelombang spektrum,  $c$  = laju spektrum,  $\nu$  = frekuensi spektrum cahaya. dan jika (2-4) diintegrasi akan diperoleh hubungan antara suhu dan intensitas radiansi spektral *Planck* sebagai berikut

$$T_{1\lambda} = \frac{a}{\ln[I_{\lambda}(T)] - b} \quad (\text{Grassl, Hartmut.dalam Toseli. 1988}) \quad (2-6)$$

dimana:  $a = (h/k) \nu = (hc/k)/\lambda$ , dan  $b = \ln [(2hc) \lambda^{-3}]$   
 :  $h$  = konstanta Planck =  $6,62618 \times 10^{-23}$  Joule.dtk ;  
 $k$  = konstanta Boltzmann =  $1,38066 \times 10^{-23}$  J/K ;

dari rumus (2-6) diperoleh hubungan antara suhu obyek dengan panjang gelombang obyek. Karena itu dalam lingkup penginderaan jauh bisa dikatakan bahwa suhu dalam suatu daerah dapat ditentukan dengan menggunakan bentuk fungsi panjang gelombang atau fungsi *Planck* dengan menggunakan persamaan (2-6).

Sifat fisik zat padat sebagian besar bersumber dari elektron valensi atau gerakan kisi atomnya (*Kenneth Krane. 1992. Hal. 512*). Lain dari pada itu gelombang mekanik (akustik) bisa juga dianalisis sebagai partikel (kuanta energi getar) yang disebut *fonon*. Einstein berpendapat bahwa semua fonon (getaran) mempunyai frekuensi yang sama. Namun, kemudian pendapat *Einstein* ini dikoreksi oleh *Debye*, yang berkesimpulan bahwa tingkah laku *kapasitas panas jenis C* untuk zat padat pada suhu rendah  $T$  sebanding dengan  $T^3$  atau  $C = dE/dT \propto T^3$ , dari hukum *Stefan* bisa diturunkan hubungan antara  $C$  dengan  $T$  yaitu  $C = [4 (\epsilon \sigma) dt dA] T^3$  seperti tercantum pada lampiran-7.

### 2. 1. 2. Hakekat Citra Satelit Digital.

*Citra satelit digital* adalah matrik 2-D yang harga keabuannya, biasa disimbolkan dengan  $g(m,n)$ , bervariasi terhadap titik-titik koordinat  $(x,y)$ . Koordinat citra satelit yang telah terdigitasi merupakan harga-harga diskrit  $(m,n)$  dan secara matematis bisa dinyatakan sebagai

$$x = x_0 + m \Delta x \quad \text{dan} \quad y = y_0 + n \Delta y$$

dimana:  $m = 0, 1, 2, \dots, M$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots, N$ , dan  $\Delta x$  dan  $\Delta y$  = interval digitasi, yang umumnya diambil  $\Delta x = \Delta y$  dan  $M = N$ . Koordinat citra satelit yang terdigitasi seperti di atas lazim disebut titik-titik matrik. *Harga keabuan citra satelit* atau  $g(m,n)$  mempunyai sifat diskrit/tercacad/tercatu/ terkuantisasi, dan hanya dapat berada pada titik-titik matrik tertentu. Citra satelit yang mempunyai keadaan semacam ini disebut citra yang telah *tersampling*. Sehingga pernyataan citra satelit tersebut bisa ditulis dalam bentuk matrik sebagai berikut:

$$\begin{array}{ccccc} g(0,0) & g(0,1) & g(0,2) & \dots & g(0,N-1) \\ g(1,0) & g(1,1) & g(1,2) & \dots & g(1,N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ g(M-1,0) & g(M-1,1) & g(M-1,2) & \dots & g(M-1,N-1) \end{array}$$

Setiap unsur matrik disebut *picture elemen/pixel*. Data citra satelit digital yang tertata dalam bentuk matrik dan mempunyai harga keabuan yang diskrit seperti di atas biasa disebut sebagai *data raster*. *Harga keabuan citra* disebut juga *kerapatan optik/optical density*, dan menyatakan *transparansi* bahan/media perekam atau *transmitansinya*. Transmitansi media perekam didefinisikan sebagai berikut: misal, *fluks luminous*, yaitu *fluks cahaya yang mampu mempengaruhi kesan penglihatan mata manusia atau fluks cahaya nampak*, yang datang pada media perekam sama dengan  $F_0$ , dan *luminous flux*



cahaya setelah melalui media sama dengan  $F$ , maka *transmitansi* cahaya ( $T$ ) dan *opasitas* ( $O$ ) didefinisikan sebagai

$$T = \frac{F(\text{setelah melalui media perekam})}{F_o(\text{yang datang di media perekam})} \text{ dan } O = \frac{F_o(\text{yang datang di media perekam})}{F(\text{setelah melalui media perekam})} \quad (2-7)$$

Karena itu *transmitansi* menyatakan kecerahan (*brightness*) hasil perekaman cahaya.

Seperti diutarakan oleh Wang Zhizhuo (1990, halaman 406) harga keabuan citra ( $D$ ) didefinisikan sebagai

$$D = \log O = \log \left( \frac{1}{T} \right) \quad (2-8)$$

*Kuantisasi harga keabuan citra* menyatakan *konversi harga keabuan* pada titik sampling ke dalam *tingkat keabuan (grey levels)* dengan interval yang sama.

### 2.1. 3 Karakteristik Citra Landsat TM-5

*Header file* citra Landsat TM-5 sebagai bahan tesis tercantum pada lampiran 8, dan karakteristik citra landsat TM-5 tersebut adalah sebagai berikut:

#### (1). Karakteristik *spektral, spasial, dan temporal*.

Tabel 2-1: Karakteristik spektral, spasial, dan temporal.

Sensor Landsat TM-5 Kanal Citra	Resolusi					Luas akupan Satuan	
	Spektral	Warna	Spasial	Temporal (Waktu liputan ulang)	Radio- metrik		
1	0,45 - 0,52 $\mu\text{m}$	Biru	30 m x 30 m	16 hari	8 bit	185 x 185 km	
2	0,52 - 0,60 $\mu\text{m}$	Hijau					
3	0,63 - 0,69 $\mu\text{m}$	merah					
4	0,76 - 0,90 $\mu\text{m}$	IM-dekat	120 m x 120 m				
5	1,55 - 1,75 $\mu\text{m}$	IM-internal					
6	2,08 - 2,35 $\mu\text{m}$	IM-termal					
7	10,4 - 12,5 $\mu\text{m}$	IM-tengah					

(Sitanggang, Gokmaria. 1998)

**(2). Karakteristik Wahana (*Platform*) Sensor Landsat TM-5, yaitu:**

Nama Singkat	: Landsat-5 atau Landsat-TM
Wahana ( <i>platform</i> ):	Landsat
Sensor	: Multispectral Scanner (MSS) & Thematic Mapper (TM)
Tipe (Type)	: Sistem satelit sumber daya bumi generasi ke-2.
Penjelasan	: Pesawat ruang angkasa pada ketinggian lebih rendah dari pada generasi pertama, membantu pencapaian resolusi lebih tinggi
Orbit	: dekat kutub sun synchronous nominal 9: 30 am
Ketinggian	: 705 km
Periode	: 98,9 menit
Siklus pengulangan:	14, 56 orbit per hari selama 16 hari (233 revolusi)
Nadir X overlap	: -
Nadir Y overlap	: -
Ground swath	: 185 m
IFOV	: 82,5 m
Nadir resolution	: 30 x 30 m TM, 120 x 120 m (TM 10.4 - 12.5 $\mu\text{m}$ )
Dynamic range	: 7 bits (MSS), 6 bits (MSS 0,8 - 1,1 $\mu\text{m}$ ), 8 bits (TM).

**2. 1. 4. Kondisi Dan Ketinggian Atmosfer.**

Kondisi atmosfer berbeda bergantung pada ketinggian, kondisi kandungan atmosfer sampai ketinggian 100 km adalah: 78,08% nitrogen ( $\text{N}_2$ ), 20,95% oksigen ( $\text{O}_2$ ),



dan 0,93% argon, (Irwan, Syaeful, 1998).. Dan struktur vertikal atmosfer tersusun dari lapisan berikut:

Tabel 2-2: Kondisi lapisan atmosfer dan ketinggian atmosfer

Lapisan	Ketinggian
Troposfer	10 - 17 km
Stratosfer	10 - 17 km s/d $\pm 50$ km
Mesosfer	50 km s/d $\pm 90$ km
Termosfer	$\pm 90$ km s/d $\pm 500$ km

Tekanan atmosfer bergantung pada ketinggian, mengikuti hukum kesetimbangan antara tekanan vertikal dengan tekanan gravitasi, dan mengikuti rumus sebagai berikut:

$$P(z) = P(0) e^{-m g z / k T} \quad (\text{Sears, F. W. dan Salinger, G.L., 1980}) \quad (2-9)$$

dimana:  $k$  = konstanta Boltzman,  $z$  = ketinggian,  $T$  = suhu Kelvin, dan

$g$  = percepatan gravitasi bumi.

## 2. 2. Pemrosesan Citra Satelit Digital.

Pemrosesan citra bisa dibedakan menjadi 2 kegiatan utama, yaitu: (1). Pemrosesan awal (*preprocessing*), yang secara umum terdiri dari 2 jenis proses, yaitu: proses koreksi radiometris dan proses koreksi geometrik, dan (2). penajaman citra dan ekstraksi informasi (Dimiyati dan Dimiyati, 1998, halaman 50). Masing-masing kegiatan tersebut adalah sebagai berikut:

## 2.2.1 Pemrosesan Awal (*Preprocessing*).

### 2.2.1.1 Koreksi Radiometris.

Koreksi radiometris perlu dilakukan atas dasar 2 alasan, yaitu: (1). untuk memperbaiki kualitas visual citra, jika dalam baris citra ada yang kosong, dan karena citra Landsat TM-5 1997 tidak ada baris yang kosong maka koreksi jenis ini tidak akan dilakukan, dan (2). untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya, untuk koreksi jenis ini akan dilakukan dengan metode penyesuaian histogram.

### 2.2.1.2 Koreksi Geometris.

Koreksi geometris merupakan tahapan akhir dalam pemrosesan awal citra remote sensing, disamping itu koreksi geometris dilakukan hampir pada seluruh pemrosesan data citra satelit, sebab koreksi geometris melibatkan modifikasi yang tidak dapat diubah lagi dari nilai piksel aslinya setelah dilakukan proses *resampling*. Proses ini akan melengkungkan *pixel* berdasarkan koordinat yang disesuaikan, misalnya *Universal Transvers Mercator* (UTM) agar memperoleh sistem koordinat yang baru. Koreksi terhadap kesalahan relatif geometri dari scanner maupun kesalahan karena cahaya matahari harus dilakukan sebelum proses koreksi geometris. Tetapi kesalahan karena ketinggian matahari atau kesalahan karena pengaruh atmosfer untuk daerah yang tidak terlalu luas pada muka bumi dapat dilakukan setelah atau sebelum proses *resampling*.

Koreksi geometris akan dilakukan dengan menggunakan *ground-control-point* (GCP), yaitu yang perhitungannya didasarkan pada: (1). titik-titik dalam citra, yang lazim disebut *ground-control-point* (GCP). yang koordinat (L, B)-nya sudah diketahui.



Kemudian, (2). Dengan menggunakan matrik transformasi dapat melakukan konversi koordinat citra menjadi koordinat geografis. Koreksi geometris jenis ini akan mempunyai ketelitian yang lebih baik jika cacah GCP yang digunakan mempunyai besar yang cukup.

#### 2.2.1.3 Resampling.

*Resampling* adalah kegiatan interpolasi untuk menentukan nilai digital obyek yang tidak terletak pada titik matrik citra. Ada 3 macam metode *resampling* yaitu: metode tetangga terdekat (*nearest neighbour*), metode *biliner*, dan metode konvolusi kubik (*cubic convolution*). Dalam penelitian ini akan digunakan *teknik konvolusi kubik* (*cubic convolution*), sebab walaupun teknik ini memerlukan banyak waktu dan jika digunakan untuk menginterpolasikan citra asli maka *hasil interpolasinya* (*resample*) akan merupakan citra yang lebih baik *secara spasial* maupun *secara spektral*. (Wang Zhizhuo, 1990, halaman 430)

#### 2.2.1.4 Penajaman Citra.

Penajaman (*enhancement*) citra dan ekstraksi (*extraction*) informasi secara berurutan merupakan tahapan kedua dari pemrosesan citra (Dimiyati dan Dimiyati, 1998, halaman 54). Karena itu dalam pemrosesan citra digital langkah pertama dalam tahap ke-2 pemrosesan citra adalah mempertajam citra dan langkah berikutnya adalah menyarikan (*extraction*) informasi.

Penajaman citra, bertujuan untuk memperbaiki penampilan citra demikian rupa

sehingga mempermudah kegiatan interpretasi visual. Metode penajaman citra yang akan digunakan adalah:

*1). metode rentang ketajaman (contrast stretching).*

Dalam metode ini pemrosesan citra digital umumnya menggunakan sistem 8 bit atau 1 *byte* pada tiap kanal panjang gelombang dengan rentangan harga tingkat keabuan dari 0 (hitam) sampai dengan 255 (putih). Pada citra satelit dari cahaya nampak mata seringkali data digital tingkat keabuannya kurang bervariasi, karena itu perlu mentransformasikannya sedemikian rupa sehingga data termaksud memenuhi rentangan sistem yang ditinjau. Rentang ketajaman dapat dilakukan secara manual, yaitu dengan jalan memindahkan batas bawah dan batas atas nilai digital serta memindahkan posisi rata-ratanya demikian rupa sehingga distribusi histogramnya mengalami perubahan.

Dalam beberapa sistem pemrosesan citra, pemrosesan citra dilakukan dengan beberapa tahapan, dan beberapa sistem pemrosesan citra yang lain mempunyai beberapa proses rentang ketajaman secara otomatis dan didasarkan pada *metode Gaussian*, penyamataan, atau distribusi standart. Proses ini biasa dilakukan berdasarkan tabel hasil perhitungan demikian rupa sehingga data aslinya tidak berubah tetapi data tersebut ditayangkan berdasarkan harga-harga yang disimpan dalam tabel.

*2). Metode density slicing.*

Metode *density slicing* adalah metode penajaman citra kanal tunggal yang bertujuan untuk mempertajam perbedaan dalam kanal tunggal tersebut, misalnya penampilan warna dalam satu kelompok gradasi keabuan atau kelompok nilai digital. Metode ini



akan dilakukan pada band-6.

### 3). *Warna Komposit*

Setelah citra satelit bisa ditampilkan dengan kanal ganda, maka uji data dengan menggunakan kanal tunggal menjadi tidak berkembang karena tidak dapat menampilkan informasi secara optimal. Hubungan antar kanal yang berbeda mempunyai makna yang penting untuk mengenali kenampakan dari hasil liputan obyek. Penayangan kanal ganda dalam satu bentuk cetakan warna mempunyai banyak manfaat, dan penayangan ini sering ditampilkan dalam bentuk citra dengan warna komposit, yaitu tampilan satu bentuk citra dengan tampilan 3 kanal panjang gelombang. Tiga kanal tersebut biasanya ditampilkan dalam bentuk campuran filter warna biru, hijau, dan merah.

Dalam pengembangannya, terasa perlu adanya standardisasi kombinasi warna tertentu, agar orang lain yang tidak memproses citra tersebut dapat mengenali dengan mudah. Kombinasi tertentu tersebut antara lain: (1). *komposit warna semu (false color)*, yaitu hasil kombinasi 3 kanal dari panjang gelombang tampak mata. Disebut *warna komposit semu* karena vegetasi ditampilkan dalam warna merah dan air ditampilkan warna biru. Bagi kajian tata-guna lahan Landsat TM mempunyai informasi yang lebih bermanfaat pada kanal infra-merah dekat, yaitu kanal 5, akan menampilkan informasi yang lebih mewakili hasil liputan jika digunakan tampilan komposit warna. Komposisi warna standart dengan Landsat TM adalah kanal 3 (merah) diberi filter biru, kanal 4 (infra-merah dekat) diberi filter merah, dan kanal 5 (infra-merah tengah) diberi filter hijau.

Para pemakai lebih cenderung menggunakan *komposit warna asli*, yaitu kanal 3 diberi filter merah, kanal 4 diberi filter biru, dan kanal 5 diberi filter hijau.

Pada kebanyakan citra satelit terdapat korelasi sangat tinggi antar kanal yang berbeda dari sensor yang berlainan. *Albedo*, yaitu *reflektansi yang digeneralisasikan*, dari suatu permukaan, khususnya batuan dan tanah, tak begitu jelas perbedaan reflektansinya pada kanal-kanal yang digunakan. Jika korelasi antar kanal dapat diminimumkan, maka kenampakan suatu obyek akan lebih jelas, berarti akan mempermudah dalam menginterpretasikan. Proses ini disebut proses *decorrelation stretching*. Dalam beberapa kasus, gradasi dari salah satu kanal tidak dimunculkan secara merata tetapi di tekankan pada kenampakan tertentu dan bagian ini ditonjolkan penampilannya. Dua tipe *decorrelation stretching* yang sering digunakan didasarkan pada analisis komponen utama (PCA) dan pada transformasi *intensity-hue-saturation* (IHS).

#### 4). Transformasi Warna.

Citra berwarna, baik dalam bentuk cetakan maupun tampilan di monitor komputer, biasanya menyatakan gabungan dari 3 kanal yang berbeda, yang masing-masing kanal ditampilkan dengan warna merah, hijau, dan biru, yang biasa disingkat dengan RGB, atau warna laser pada alat cetak film. Namun demikian ini bukan satu-satunya cara dalam menampilkan citra. Citra berwarna dapat diuraikan berdasarkan *intensity, hue, dan saturation*, yang biasa disingkat dengan IHS, sebagai pengganti RGB. Intensitas (*intensity*) merupakan pengukur dari terangnya tiap pixel, corak (*hue*) merupakan pengukur dari warna, dan kejenuhan (*saturation*) merupakan indikator dari



kedalaman atau kemurnian warna.

Umumnya, sistem pemrosesan citra mempunyai kemampuan untuk mengkonversi warna merah, hijau, dan biru menjadi *intensity*, *Hue*, dan *saturation*. Transformasi warna ini digunakan untuk 2 tujuan, yaitu:

- (1) sebagai perentangan alternatif *decorrelation stretching*. Jika suatu citra RGB yang korelasi antar kanalnya tinggi dikonversi ke IHS dan unsur H direntangkan untuk mengisi seluruh variasi sebelum ditransformasi balik ke RGB lagi maka perbedaan spektral antar unsur permukaan obyek akan dipertajam, walaupun warna citra tidak akan seperti aslinya
- (2) sebagai kombinasi dari data yang berbeda. Walaupun berbeda, tetapi pasangan data yang berbeda tersebut dapat dikombinasikan dalam satu bentuk citra tunggal yang mempunyai kandungan informasi tambahan dan akan mempermudah dalam kegiatan interpretasi visual dari citra tersebut.

#### 2.2.1.5 Klasifikasi Citra.

Kegiatan klasifikasi merupakan bagian dari kegiatan *ekstraksi informasi*. *Ekstraksi informasi* adalah metode untuk mengartikan informasi citra digital asli dengan bantuan proses komputer, baik dalam bentuk citra, peta, tabel, maupun data lainnya yang diperlukan dengan tanpa memerlukan keahlian pemakai. *Klasifikasi*, merupakan teknik pembagian citra menjadi beberapa klas yang berbeda dengan menggunakan informasi spasial maupun spektral yang ditinjau, sehingga mempunyai makna bagi obyek yang sedang dipelajari. Umumnya, sistem klasifikasi dilakukan berdasarkan warna saja, artinya berdasarkan nilai pixel pada tiap kanal panjang gelombang. Tiap pixel

digolongkan dalam satu kelas atau kenampakan berdasarkan karakteristik spektralnya, dengan tanpa mempertimbangkan pixel disekitarnya. Metode klasifikasi per pixel ini akan dilakukan dengan klasifikasi terbimbing (*supervised*). Kegiatan penting dalam klasifikasi terbimbing adalah *pemilihan sampel tersebut harus sehomogen mungkin, dan mewakili kelompok kelas yang kita tentukan*. Jika kelompok sampel tersebut telah terpilih maka proses klasifikasi dapat dilaksanakan. Umumnya, sistem klasifikasi citra minimal mencantumkan 2 metode, yaitu: *metode klasifikasi parallelepipedum*, yaitu mengelompokkan pixel berdasarkan nilai rata-rata hitung dan range tiap kelas pada tiap panjang gelombang, berdasarkan sampel yang digunakan, kemudian mengklasifikasikan seluruh pixel kedalam kelompok ini sesuai dengan klasnya, dan *metode klasifikasi yang lebih kompleks*, yaitu menggunakan pendekatan statistik untuk mengelompokkan pixel-pixelnya ke dalam satu kelas. Metode jarak terdekat (*minimum distance*) dan *maximum likelihood* (kemungkinan kemiripan maksimum) menggunakan pendekatan tersebut dan biasanya dapat menngolah sampel dalam jumlah besar pada waktu bersamaan. Pelaksanaan klasifikasi terbimbing memerlukan 3 tahapan, yaitu:

- (1) pembuatan koordinat sampel,
- (2) pembuatan *file pola spektral (signature file)* dari nilai statistik tiap sampel dari kanal yang digunakan sebagai kunci interpretasi, dan
- (3) penerapan prosedur klasifikasi dengan menggunakan kanal panjang gelombang yang dipilih dan menggunakan file pola spektral dari sampel. Sampel merupakan contoh pixel yang dikenali pada citra, misalnya hutan, pemukiman, air, dlsb. Berdasarkan *file pola spektral* dari sampel tersebut dapat diproses klasifikasi untuk seluruh citra.



*File pola spektral dapat diubah dan diuji kebenaran distribusinya*, misalnya apakah sudah memenuhi distribusi normal atau belum. Nilai termaksud di atas dapat digunakan untuk mengklasifikasi citra lain yang mempunyai koordinat dan liputan yang sama, misalnya untuk mengklasifikasi citra untuk tahun yang berbeda. Hasilnya sangat tergantung pada lokasi pengambilan sampelnya. Jika pada citra yang tahunnya berbeda mempunyai lokasi yang sama persis, maka hasilnya dapat digunakan sebagai bahan analisis perubahan lahan, disb.

### **2.3. Prosedur pengolahan citra dengan ER-MAPPER 5.5.**

Prosedur pengolahan citra dengan menggunakan *ER-MAPPER 5.5* mempunyai langkah-langkah yang secara lengkap disajikan sebagai berikut:

- (1) mengimpor data citra,
- (2) menampilkan citra,
- (3) rektifikasi citra,
- (4) mosaiking citra,
- (5) penajaman (*enhancement*) citra,
- (6) *dynamic links*,
- (7) komposisi peta,
- (8) pencetakan (*printing*) citra.

Namun demikian, untuk memperoleh hasil pengolahan yang diharapkan tidak harus semua langkah di atas dilaksanakan.

## 2.4 Korelasi Citra Digital.

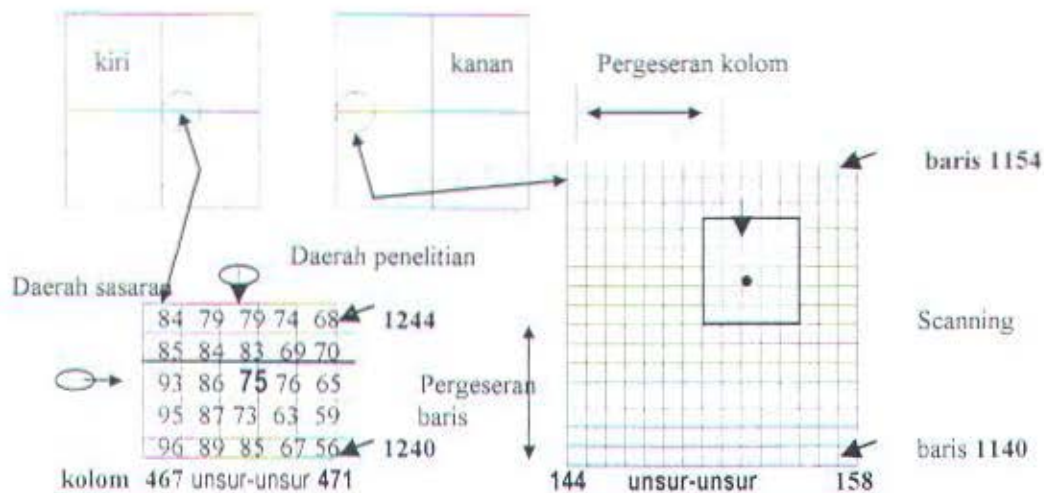
Metode korelasi citra digital ada 3 jenis, yaitu: metode korelasi elektronis, metode korelasi optis, dan metode korelasi digital. Metode terakhir ini bisa digunakan dalam perhitungan dasar dalam sistem pemetaan digital otomatis, dan penginderaan jauh (*remote sensing*). Dalam melakukan korelasi digital, perlu mendigitkan citra analog kedalam: pixel-pixel melalui kegiatan sampling, dan kuantisasi, demikian sehingga satu pixel hanya mempunyai satu harga, yang disebut tingkat keabuan (*grey level*).

### 2.4.1 Korelasi Citra Dua Dimensi.

Dalam melakukan korelasi citra prosedur yang lazim dilakukan adalah menentukan daerah sasaran pada matrik tingkat keabuan yang terletak di sekitar titik tertentu pada foto, dan daerah penelitian atau titik-titik matrik tingkat keabuan yang bersesuaian, yang disebut matrik konyugit, pada fotografi lain. Jika daerah penelitian pada foto lebih besar dari daerah sasaran baik dalam arah x maupun y, maka korelasinya disebut korelasi 2-dimensi. Gambar 2-4 menunjukkan contoh penelitian 2-dimensi (*Keating, dalam Wang Zhizhuo* 1990), dimana titik orientasi (baris no.1242, kolom no. 469) mendekati titik utama foto sebelah kiri yang terpilih, dengan daerah sasaran terdiri dari pixel-pixel 5 baris vs 5 kolom. Pojok kiri bawah dari daerah penelitian yang diperkirakan terletak pada kedudukan yang ditetapkan oleh baris no.1140 dan kolom no.144. Hal ini dianggap bahwa citra konyugit sasaran diteliti untuk diletakkan dalam daerah ini. Dalam contoh ini, daerah penelitian adalah 15 baris vs 15 kolom, tetapi bisa jadi 50 x 50 atau pernah dalam kasus umum lariknya berdimensi 100 x 100. Pada dasarnya daerah penelitian tidak harus segi-empat. Daerah sasaran maupun daerah penelitian terdapat bilangan-



bilangan (gambar 2-4) yang menyatakan harga tingkat keabuan pixel-pixel yang mengelilingi titik sentral citra masing-masing. Untuk setiap posisi pada daerah sasaran tergeser pada daerah penelitian, algoritma



Gambar 2-4: Daerah sasaran dan daerah penelitian yang berkorelasi.

korelasi digital tertentu digunakan untuk membandingkan agihan (distribusi) tingkat keabuan pixelnya. Karena itu, kedudukan yang menunjukkan kemiripan terkuat dalam agihan tingkat keabuan dihitung dan kemudian diambil sebagai titik temu (*match*) konyugit.

#### 2. 4. 2 Metode Perhitungan Korelasi Digital.

*Korelasi digital* adalah kegiatan membandingkan informasi digital dari dua kelompok titik tertentu yang berasal dari 2 foto, [kelompok data ke-1 disebut daerah sasaran (*target*) dan kelompok data ke-2 disebut daerah penelitian (*search area*). (Wang Zhizhuo, 1990, halaman 439)

Di bawah ini dibahas beberapa jenis metode perhitungan langsung.

### 2.4.2.1 Metode Fungsi Kovarian.

Dalam metode ini, dihitung harga-harga fungsi kovarian dari 2 kelompok data yang berkorelasi dan kovarian target yang diperoleh digunakan sebagai posisi korelasi yang diteliti. Misalkan  $x_i$  menyatakan tingkat keabuan titik  $i$  dalam kelompok data pertama, dan  $y_i$  menyatakan tingkat keabuan titik yang bersesuaian pada kelompok data yang ke-2, maka harga rata-rata  $x$  dan  $y$  dari tingkat keabuan pada 2 kelompok data masing-masing adalah

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i ; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (\text{Wang Zhizhuo, 1990, halaman 440}) \quad (2-10)$$

Varian  $\sigma_{xx}$  dan  $\sigma_{yy}$  dari dua kelompok data tersebut secara berturutan adalah

$$\sigma_{xx} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 ; \quad \sigma_{yy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{Wang Zhizhuo, 1990, hal.440}) \quad (2-11)$$

atau jika dijabarkan diperoleh

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 2\bar{x}x_i + \bar{x}^2) \\ &= \left( \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - 2\bar{x} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x}^2 \right) \\ \sigma_{xx} &= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \frac{-2}{x} \\ \sigma_{yy} &= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) - \frac{-2}{y} \end{aligned} \quad (2-12)$$



Kovarian ( $\sigma_{xy}$ ) dari 2 kelompok data tersebut adalah

$$\begin{aligned}
 \sigma_{xy} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i y_i - \bar{x} y_i - x_i \bar{y} + \bar{x} \bar{y}) \\
 &= \left( \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) - \bar{x} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \bar{y} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x} \bar{y} \right) \\
 &= \left( \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) - \bar{x} \bar{y} - \bar{x} \bar{y} + \bar{x} \bar{y} \right) \\
 \sigma_{xy} &= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) - \bar{x} \bar{y} \quad (\text{Wang Zhizhuo, 1990, halaman 440}) \quad (2-13)
 \end{aligned}$$

Karena itu, korelasi antar citra dapat dinyatakan dengan fungsi kovarian yang dinyatakan oleh persamaan (2-13). Fungsi kovarian mirip dengan fungsi korelasi kecuali bahwa fungsi kovarian dan fungsi korelasi mempunyai karakteristik yang sama. Karena harga rata-rata telah dieliminir dari signal dalam kasus sebelumnya, kesalahan korelasi akibat perbedaan antara harga rata-rata tingkat keabuan 2 citra dapat dikompensasi. Karena itu, manfaat fungsi kovarian akan lebih baik dari pada manfaat fungsi korelasi.

#### 2.4.2.2 Metode Koefisien Korelasi.

Korelasi bisa juga dinyatakan dengan koefisien korelasi  $\rho$  (Wang Zhizhuo, 1990, hal.440). Yang didefinisikan sebagai

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_{xx} \sigma_{yy}}} \quad , \quad 2-14$$

Dalam kasus 2-D, persamaan korelasi (2-10) sampai dengan (2-13) masing-masing menjadi

$$\begin{aligned}
\bar{x} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} ; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} \\
\sigma_{xx} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \bar{x}^2 ; \quad \sigma_{yy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \bar{y}^2 \\
\sigma_{xy} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} y_{ij} - \bar{x} \bar{y} \quad (2-15)
\end{aligned}$$

Koefisien korelasi  $\rho$  merupakan fungsi kovarian ternormalisasi. Fungsi kovarian menunjukkan kriteria relatif untuk perbandingan. Karena hal itu membahas interferensi perubahan varian citra, maka akan beralasan jika membuatnya kedalam koefisien korelasi melalui normalisasi.

Harga koefisien korelasi bervariasi antara 0 dan 1. Lebih mendekati sama dengan 1, dikatakan korelasi antara 2 signal lebih kuat, artinya kedua signal tersebut mempunyai kemiripan satu sama lain.

#### 2.4.2.3 Metode Harga Mutlak Selisih Tingkat Keabuan.

Metode penentuan harga mutlak selisih tingkat keabuan ini bukanlah skema korelasi, tetapi metode substitusi untuk perbandingan 2 citra tentang derajat kemiripannya. Dalam metode tersebut pertama kali mengeliminasi rata-rata harga keabuan ( $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ) dari harga ( $x_i$ ,  $y_i$ ) dari unsur-unsur masing-masingnya dari setiap dua kelompok data, dan kemudian menghitung selisih harga keabuan antara unsur-unsur yang bersesuaian dan menambah harga mutlaknya, yaitu

$$d_1 = \sum_{i=1}^n |(x_i - \bar{x}) - (y_i - \bar{y})| \quad (\text{Wang Zhizhuo, 1990, hal. 441}) \quad (2-16)$$



Kemudian setelah mentranslasikan satu kelompok data dalam kaitannya dengan yang lain, mengulangi persamaan di atas sampai letaknya ditemukan dimana jumlahnya minimum. Hal ini akan merupakan tempat dimana harga korelasi akan maksimum, dan disini terlibat sejumlah perhitungan relatif kecil, dan hasil yang berguna bisa juga diperoleh.

#### 2.4.2.4 Metode Kuadrat Selisih Tingkat Keabuan.

Prosedurnya sama seperti di atas kecuali bahwa ditambahkan kuadrat selisih tingkat keabuan, yaitu

$$d_2 = \sum_{i=1}^n \left( (x_i - \bar{x}) - (y_i - \bar{y}) \right)^2 \quad (\text{Wang Zhizhuo, 1990, hal. 441}) \quad (2-17)$$

dan selanjutnya diselidiki tempat dimana harganya minimum.

### 2.5 Teori Dasar Global Positioning System (GPS).

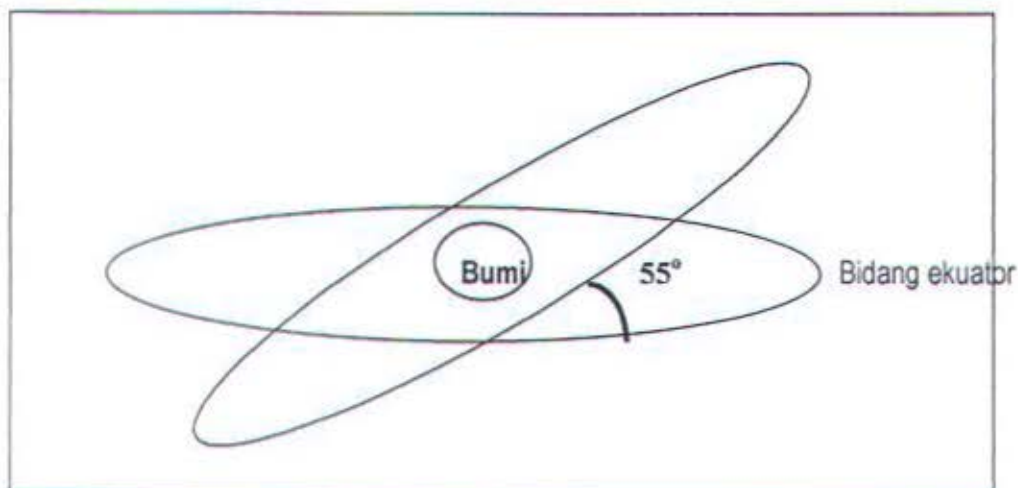
*Damanik, M* (1998, hal. 1) menyatakan bahwa:

*Global Positioning System* (GPS) adalah sistem pengukuran koordinat titik lokasi di permukaan bumi dengan memanfaatkan sejumlah satelit navigasi Amerika Serikat, yang diberi nama Navigation Satelities Timing And Ranging (NAVSTAR). Kelompok satelit navigasi ini terdiri atas 24 satelit yang terbagi dalam 6 lintasan orbit bumi (4 satelit dalam setiap orbit) yang membentuk sudut inklinasi 55 derajat terhadap bidang ekuator, berjarak 20200 km dari permukaan bumi (lihat gambar 2.5).

Kecepatan gerak satelit dalam garis orbitnya sebesar 4 km/detik dimana jarak antar satelit dalam masing-masing orbit tidak sama, namun diatur sedemikian rupa sehingga setiap saat pada cakrawala suatu lokasi di bumi terdapat konstelasi 4 sampai dengan 10 satelit. 3 diantara 24 buah satelit tersebut merupakan satelit cadangan yang

dimaksudkan sewaktu-waktu digunakan untuk menggantikan satelit yang mengalami kerusakan, sedangkan 21 buah satelit lainnya merupakan satelit-satelit aktif/operasional yang secara terus menerus siang dan malam memancarkan signal pembawa kode waktu, posisi dan pesan navigasi lainnya ke bumi tanpa terpengaruh kondisi cuaca maupun iklim setempat. Signal-signal satelit GPS tersebut disebarkan secara gratis dan boleh digunakan oleh siapa saja di muka bumi ini tanpa batasan wilayah maupun lapisan pengguna.

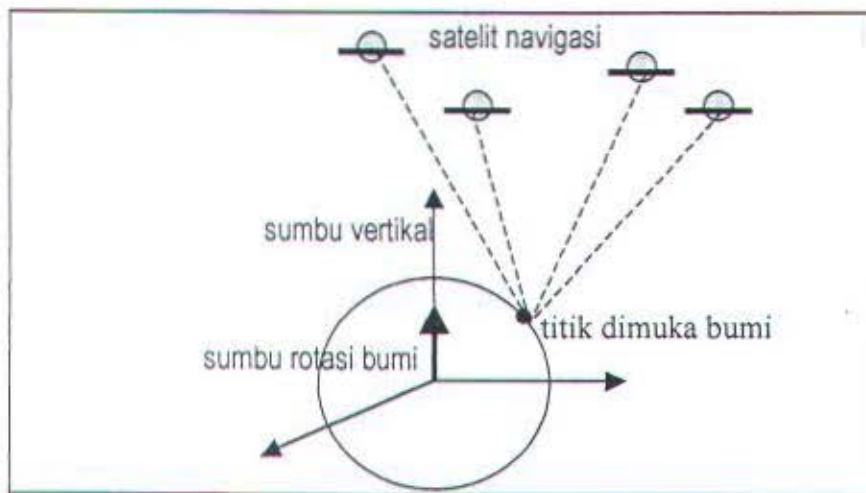
*Signal-signal waktu* yang diterima oleh pesawat penerima GPS di bumi dimanfaatkan untuk menghasilkan data koordinat 3 dimensi yakni nilai lintang (*latitude*), bujur (*longitude*), dan tinggi (*altitude*) dengan akurasi yang tinggi, hal ini dikarenakan setiap satelit GPS dilengkapi sistem jam atom dari bahan Cs dan Rb yang diketahui memiliki stabilitas atom sangat tinggi. Pesawat GPS mengolah signal-signal satelit GPS menjadi data koordinat berdasarkan acuan posisi *waktu lokal* dan *datum* WGS 84.



Gambar 2-5: Lintasan 4 satelit dalam orbitnya dan sudut inklinasinya terhadap ekuator.



Datum *World Geodetic System 1984* (WGS 84) merupakan pendekatan koordinat geoid bumi dimana sumbu vertikalnya berimpit dengan sumbu rotasi bumi sebagai titik nol (*origin*), serta menggunakan sistem *elipsoid geodetic reference system* (GRS) 1980 dengan parameter-parameter (sumbu elips) tertentu (lihat gambar 2-6).



Gambar 2-6: Sistem koordinat yang digunakan oleh GPS dalam mengolah data satelit GPS.

*Faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian data* bisa bersumber pada beberapa hal, antara lain:

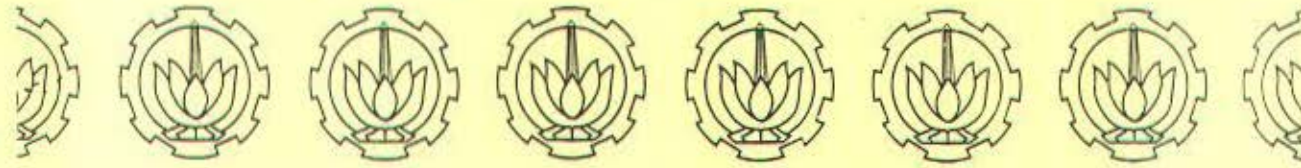
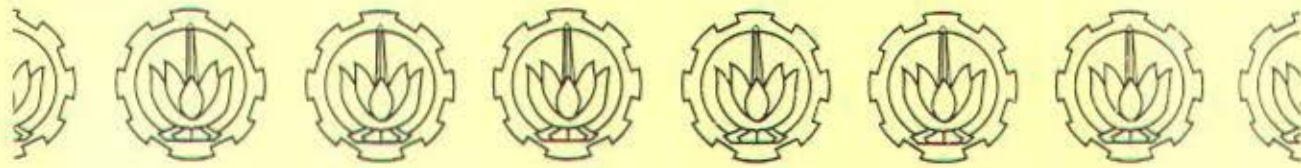
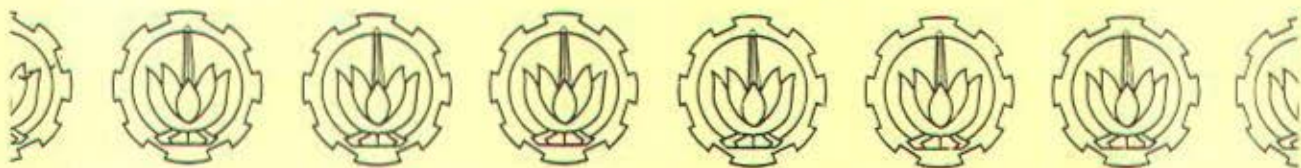
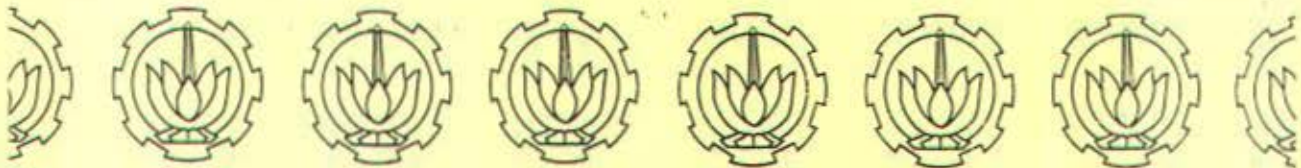
- (1) dari *pesawat GPS*, ada 2 hal yang berpengaruh terhadap ketelitian data koordinat yang diukur, yaitu: *kepekaan antena* dalam menerima signal-signal yang dikirim oleh satelit GPS, dan *ketelitian sistem jam quartz* yang terpasang pada pesawat GPS.
- (2) *faktor luar* GPS diantaranya ialah :
  - (a) *lapisan ionosfir* yang berada pada ketinggian 50 km sampai 1000 km di atas bumi, mengakibatkan adanya deviasi dan hambatan pada perambatan signal dari satelit menuju bumi.

- (b) *lapisan troposfir*, 9 km sampai 16 km dari muka bumi juga mengakibatkan jenis hambatan signal lainnya.
- (c) efek *multipath* yaitu *adanya tambahan signal-signal semu* yang berasal dari pantulan benda-benda di sekitar pesawat GPS.
- (3) *konstelasi satelit* di cakrawala juga memegang peranan dalam hal ketelitian data koordinat.
- (4) *metoda pengumpulan dan pengolahan data* juga turut menentukan tingkat ketelitian data koordinat yang diharapkan, sebagai misalnya: *absolute positioning*, *differential positoning*, dan *pengukuran statis atau kinematis*.

Untuk memperoleh data koordinat 3 dimensi (L, B, T) diperlukan signal *seku-rang- kurangnya 4 buah satelit*. Sebelum digunakan, pesawat GPS harus dipastikan bahwa pada pesawat GPS yang digunakan telah *diinisialisasi* seperlunya, dan juga dipastikan bahwa pesawat GPS telah menyimpan data orbital seluruh satelit GPS yang disimpan sebagai sebuah almanak. Dalam praktek pengukuran di lapangan, tempatkan pesawat GPS *pada tempat terbuka yang bebas dari berbagai hambatan* (termasuk *anggota tubuh* maupun perlengkapan lainnya), juga jauhkan dari *jala-jala sumber tegangan tinggi*. Setelah menghidupkan pesawat dan menempatkannya pada lokasi yang akan diukur koordinatnya, pastikan bahwa pengukuran koordinat dilakukan dengan kualitas signal satelit  $> 7$  dan nilai *position dilution of precision* (PDOP)  $< 4$ . Kemudian rekam dan/atau catat koordinat hasil pengukuran dengan sistem penamaan yang mudah diingat dan dikenal untuk keperluan pemeriksaan dan pemrosesan ulang.

\*\*\*\*\*





# BAB 3



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Disain Penelitian.

Ada beberapa disain yang dapat digunakan di dalam penelitian antara lain, disain eksperimental, disain semi ekperimental, dan disain *eks-post facto* (Kerlinger, FN, 1973). Kemudian, karena dalam penelitian ini menggunakan data yang *telah ada* sebelum penelitian dilakukan, yaitu data yang terkandung dalam citra Landsat TM-5 1997, maka dalam penelitian ini digunakan disain penelitian *eks-post facto*, artinya *fakta/data penelitian telah terjadi sebelum penelitian dilakukan*, dengan kata lain *saat/waktu terjadinya data telah lewat lebih dulu dari pada pelaksanaan penelitian*. Secara operasional disain penelitian tersebut bisa dinyatakan dalam bentuk diagram 3-1 pada halaman berikut ini

#### 3.2 Pendekatan Penelitian.

Sesuai dengan masalah dan tujuan penelitian, maka penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif jenis korelasional.

##### 3.2.1 Parameter Penelitian

Berdasarkan citra Landsat TM-5 tahun 1997 Wilayah Kodya Malang bisa dibedakan menjadi 2 bagian utama, yaitu: wilayah datar, dan wilayah pegunungan. Wilayah datar, yang selanjutnya disebut wilayah-1  $X_1$  terpilah lagi menjadi



- (1) wilayah yang tertutup oleh bangunan (rumah dan atau gedung non-rumah), yang selanjutnya disebut wilayah  $X_{11}$ ,
- (2) wilayah bervegetasi atau  $X_{12}$ ,
- (3) wilayah lahan basah (banyak kandungan air) atau  $X_{13}$ ,
- (4) wilayah atau lahan kosong atau  $X_{14}$ , dan wilayah komposit, yaitu wilayah yang tutupan lahannya terdiri dari kombinasi yang mungkin antara lahan yang tertutup oleh bangunan gedung, vegetasi, lahan basah, dan lahan kosong.

Wilayah pegunungan terpilah menjadi 3 bagian, yaitu:

- (1) wilayah pegunungan Jabung-Tumpang atau  $X_2$  yaitu wilayah dengan tutupan lahan berupa bangunan gedung rumah maupun non-rumah, yang selanjutnya disebut  $X_{21}$ , wilayah bervegetasi atau  $X_{22}$ , dan wilayah campuran/komposit, yaitu wilayah yang mengandung: lahan kosong, tutupan lahan vegetasi dan gedung.
- (2) Wilayah pegunungan Buring atau  $X_3$ , yang terpilah menjadi wilayah perumahan  $X_{31}$  dan wilayah hutan komposit (talun) atau  $X_{32}$ , yaitu wilayah yang terdiri dari lahan kosong, pemukiman, tumbuhan keras, dan rerumputan.
- (3) Wilayah pegunungan Batu atau  $X_4$  yaitu wilayah yang tutupan lahannya berupa: hutan atau  $X_{41}$ , lahan kosong atau  $X_{42}$ , ladang atau  $X_{43}$ , pemukiman atau  $X_{44}$ , dan hutan komposit (talun) atau  $X_{45}$

### 3.2.2 Model Yang Digunakan

Hasil studi tentang kondisi geografis dan tutupan lahan di wilayah penelitian diperoleh hubungan regresi antara variabel bebas dengan variabel terikat seperti pada diagram 3-2 berikut

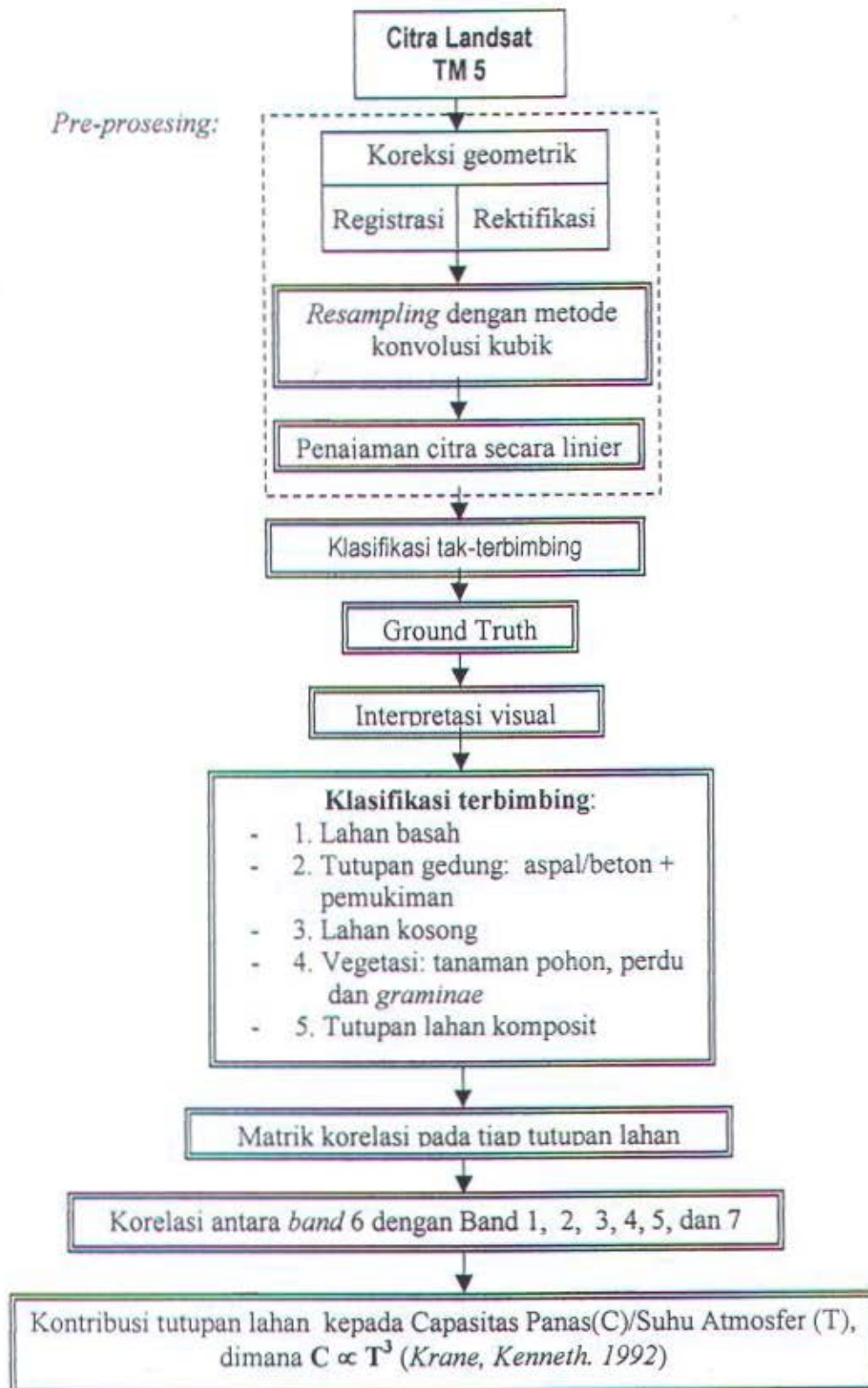


Diagram 3-1: Rencana operasional penelitian

Setelah angka korelasi antara suhu dengan masing-masing obyek penelitian dihitung dengan metode korelasi digital dan hasilnya dinyatakan dalam bentuk matrik korelasi, maka matrik korelasi tersebut digunakan untuk menghitung koefisien korelasi parsial dan koefisien multiple korelasi dengan menggunakan model hubungan antar variabel di bawah ini.

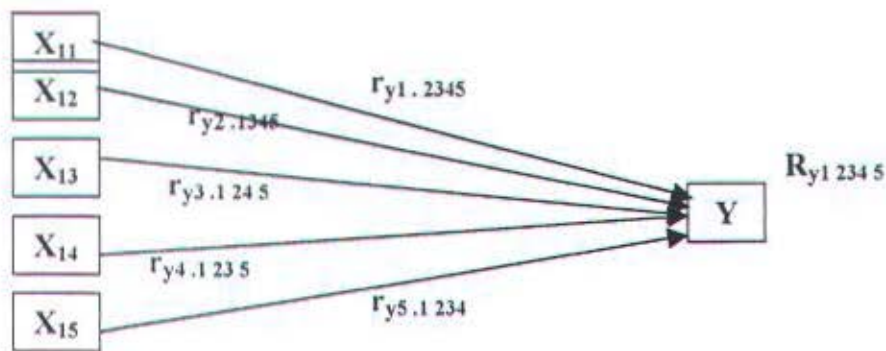


Diagram 3.2: Model regresi kenampakan muka bumi dengan suhu rata-rata

dimana:

$X_{11}$  = wilayah yang tertutup oleh bangunan (rumah dan atau gedung non-rumah),

$X_{12}$  = wilayah bervegetasi;

$X_{13}$  = wilayah atau lahan kosong;

$X_{15}$  = wilayah komposit

$X_{14}$  = wilayah berlahan basah (banyak kandungan air), dan

$Y$  = suhu rata-rata atmosfer di atas populasi penelitian.

$r_{y5.1234}$  = korelasi parsial antara  $y$  dengan  $x_{15}$  jika  $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}$  dijaga konstan

$r_{y4.1235}$  = korelasi parsial antara  $y$  dengan  $x_{14}$  jika  $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}$  dijaga konstan

$r_{y3.1245}$  = korelasi parsial antara  $y$  dengan  $x_{13}$  jika  $x_{11}, x_{12}, x_{14}, x_{15}$  dijaga konstan



$r_{y2.1345}$  = korelasi parsial antara  $y$  dengan  $x_{12}$  jika  $x_{11}, x_{13}, x_{14}, x_{15}$  dijaga konstan

$r_{y1.2345}$  = korelasi parsial antara  $y$  dengan  $x_{11}$  jika  $x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}$  dijaga konstan

$R_{y12345}$  = korelasi ganda antara  $y$  dengan  $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}$  secara serentak.

### 3.2.3 Metode Pengumpulan Data.

Seperti yang telah dijelaskan dalam sub-bab 3.2.2, yaitu tentang model yang digunakan, bahwa data yang diperlukan dalam proses analisis adalah data angka korelasi, antara setiap jenis tutupan lahan dengan kapasitas panas  $C$  dan atau suhu atmosfer yang paling dekat dengan tutupan lahan tersebut, yang telah disusun dalam bentuk matrik korelasi. Data ini akan dikumpulkan dengan bantuan program pengolah citra Er\_Mapper 5-5, dengan menggunakan urutan menu program: *process, calculate statistics: File = data set citra Kodya Malang* yang telah terklasifikasi terbimbing (*supervised*).

Selanjutnya dari *output calculate statistics* tersebut diambil dan disusun matrik korelasi untuk setiap jenis tutupan lahan, sebagai data penelitian. Hasil proses pengumpulan data ini tercantum pada lampiran-4.

### 3.2.4 Metode Analisis Data.

Data penelitian dianalisis dengan menggunakan teknik multiple regresi dengan model pengaruh variabel bebas ( $X$ ), harga tingkat keabuan dari wilayah yang diteliti, terhadap variabel terikat ( $Y$ ), yaitu harga tingkat keabuan wilayah penelitian yang bersesuaian dengan wilayah variabel bebas tersebut di atas

Kemudian dengan menggunakan teknik korelasi parsial dan teknik multiple regresi akan diperoleh:

- (1) koefisien korelasi parsial masing-masing variabel bebas X terhadap variabel terikat Y, dan
  - (2) koefisien multiple regresi antara semua variabel bebas X terhadap variabel terikat Y.
- Selanjutnya dengan jalan mengkuadratkan koefisien korelasi termaksud di atas akan diperoleh: kontribusi masing-masing variabel bebas X terhadap variabel terikat Y, dan kontribusi semua variabel bebas secara simultan terhadap variabel terikat Y

Uji signifikansi korelasi digunakan uji-F dengan kriteria uji sebagai berikut:

$$(1). \text{ Jika } F_{hit} = \frac{MS_{reg}}{MS_{dev}} \geq F_{tabel}$$

maka kesimpulannya: ada korelasi yang signifikan antara variabel bebas secara serentak dengan variabel terikat y.

$$(2). \text{ Jika } F_{hit} = \frac{MS_{reg}}{MS_{dev}} < F_{tabel}$$

maka kesimpulannya tidak ada korelasi yang signifikan antara variabel bebas secara serentak dengan variabel terikat y.

Rumus lain untuk uji F adalah:

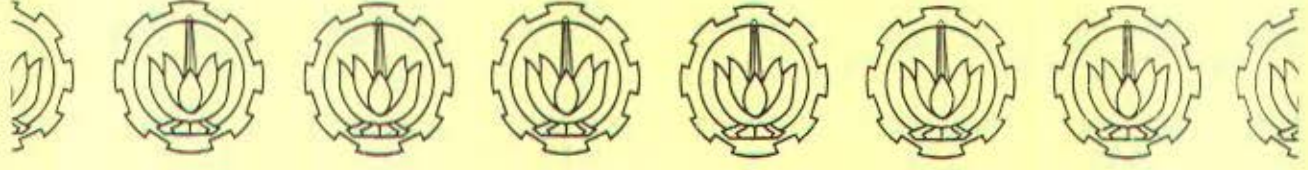
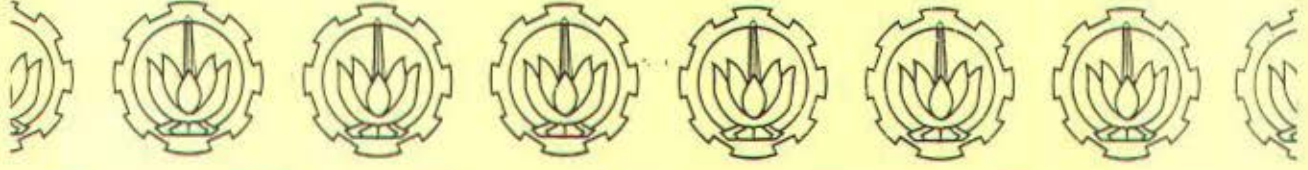
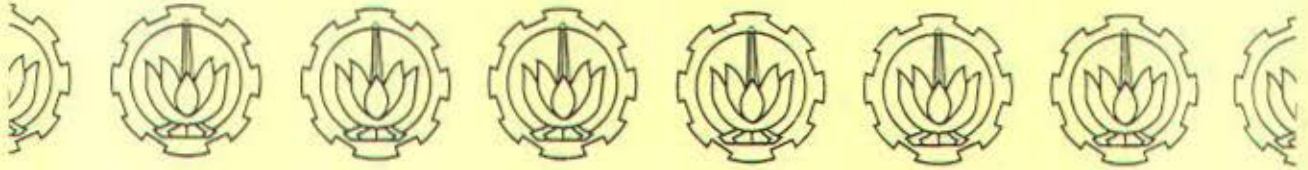
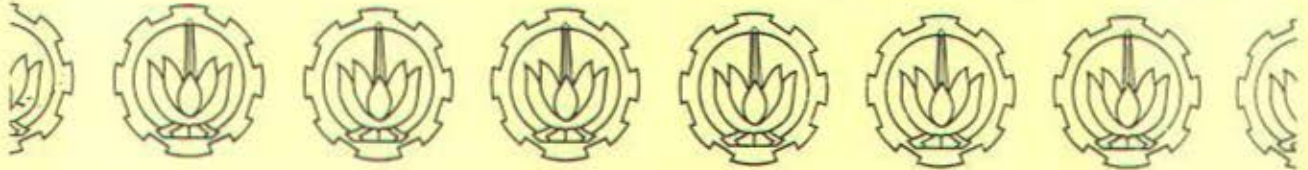
$$F = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{(1-R^2)}{(N-k-1)}} \quad (\text{Kerlinger, F.N.1973.hal 620})$$

dimana: k = cacah variabel bebas = 6 buah, dan N = besar sampel = cacah piksel.

$R^2$  = Koefisien determinasi/kuadrat harga koefisien korelasi ganda.

\*\*\*\*\*





# BAB 4



## BAB IV

### HASIL-HASIL PENELITIAN

Seperti telah dijelaskan pada Bab III, yaitu tentang metodologi penelitian, bahwa prosesing citra bisa dipilah menjadi 2 bagian yaitu: prosesing citra awal (*prae-processing*) dan prosesing citra sesungguhnya. Langkah-langkah dan hasil kedua proses tersebut adalah sebagai berikut:

#### 4.1. Hasil Pra-prosesing Citra.

Citra Kotamadya Malang sebelum dilakukan pemrosesan disajikan pada gambar-4.1, sedangkan histogramnya disajikan pada gambar-4.2. Citra ini selanjutnya dilakukan prosesing awal dengan langkah-langkah sebagai berikut: melakukan koreksi geometris, yang ditempuh dengan dengan teknik rektifikasi dengan menggunakan *ground-control-point* (GCP). GCP ini diambil dengan alat *global-positioning-system* (GPS) 45: *Garmin Seri 349966* milik jurusan geodesi ITS Surabaya dengan hasil pengambilan GCP disajikan pada lampiran-1.A, yang terdiri dari 9 titik. Kemudian dari 9 titik tersebut dicari komposisi 4 GCP yang bisa menghasilkan koreksi geometris terbaik. Dan dari berbagai percobaan mencari komposisi 4-GCP termaksud di atas ternyata diperoleh komposisi 4 GCP dengan nilai *root-mean-square rata-ratanya* terkecil dan terbaik, yaitu yang harga *rms-nya*  $< 1$ , adalah seperti disajikan pada lampiran 1.B. dengan *rms-rata-ratanya* = 0,815. Sedangkan wujud citra hasil rektifikasi termaksud disajikan pada gambar-4.3. Kemudian untuk memperoleh isian angka keabuan yang relatif lengkap ditempuh proses *resampling* dengan teknik konvolusi kubik (*cubic convolution*), seperti yang terpasang pada

program ER-Mapper 5.5. Citra yang telah terkoreksi geometris tersebut disajikan pada gambar-4.3 dengan histogramnya disajikan pada gambar-4.4. Kemudian untuk mempermudah interpretasi visual terhadap citra terkoreksi geometris tersebut masih perlu dilakukan penajaman citra. Teknik penajaman citra dalam penelitian ini diambil teknik *penajaman citra secara linier*. Teknik ini diambil berdasarkan tujuan penelitian yaitu bahwa penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh besar angka keabuan pada setiap jenis tutupan lahan terhadap pemetaan kapasitas panas (suhu atmosfer) yang terkandung pada band 6. Oleh karena itu originalitas angka keabuan yang terkandung pada dataset citra harus dipertahankan, dan untuk keperluan ini teknik penajaman citra secara linier merupakan teknik yang paling cocok. Hasil penajaman citra yang telah terkoreksi geometris termaksud disajikan pada gambar-4.5 dengan histogramnya disajikan pada gambar-4.6.

#### 4.2. Hasil Pelaksanaan Prosesing Citra.

Pelaksanaan prosesing citra dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

- 1) *klasifikasi tak-terbimbing*, klasifikasi ini dilakukan dalam 10 klas dengan harapan bisa memperoleh gambaran yang lebih detil tentang jenis-jenis tutupan lahan yang ada di wilayah penelitian, dengan hasil klasifikasi tak-terbimbing dalam 10 klas sebelum divektorkan (dideliniasikan) disajikan pada gambar-4.7.a, sedangkan hasil klasifikasi tak-terbimbing setelah divektorkan (dideliniasikan) disajikan pada gambar-4.7.b, Namun demikian, dari hasil klasifikasi 10 klas ini terjadi klas-klas yang masih susah menginterpretasikan jenis tutupan lahannya, misalnya mana tutupan lahan vegetasi yang berjenis perdu dan mana yang berjenis gramineae, karena itu masih memerlukan kegiatan lanjutan yaitu:

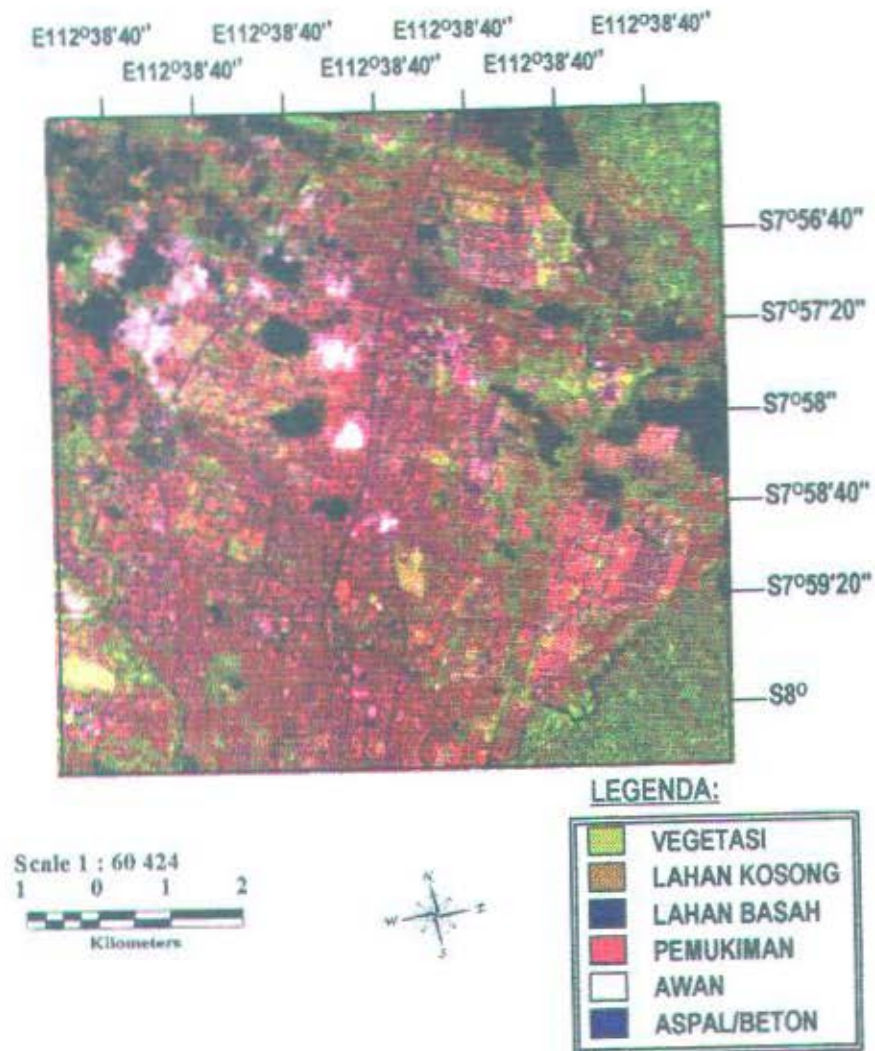


- 2) *ground-truth* , yang berfungsi untuk mengatasi kesulitan dalam kegiatan *interpretasi visual* citra, atau untuk klarifikasi obyek yang masih samar-samar penafsiran jenis tutupan-lahannya. Dengan kata lain, setelah kegiatan *ground-truth* ini diperoleh kepastian tentang jenis tutupan lahannya secara lengkap, dengan demikian sudah bisa dilakukan klasifikasi citra berdasarkan informasi tutupan lahan secara pasti yang lazim disebut:
- 3) *Klasifikasi terbimbing (supervised)*, dan ternyata klasifikasi terbimbing ini bisa ditingkatkan banyaknya jenis tutupan lahannya, yaitu menjadi 11 klas. Hasil klasifikasi terbimbing sebelum divektorkan disajikan pada gambar-4.8.a sedangkan hasil klasifikasi terbimbing setelah divektorkan disajikan pada gambar-4.8.b. dengan data statistik untuk setiap tutupan lahan disajikan pada lampiran-2. Selanjutnya, hasil klasifikasi terbimbing 11 klas ini dikelompokkan lagi menjadi 5 klas yang lebih besar klasnya agar sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu: (1). klas lahan basah, (2). klas tutupan gedung, yang terdiri dari tutupan lahan aspal/beton dan tutupan lahan pemukiman, (3). klas lahan kosong, (4). klas vegetasi, yang terdiri dari jenis tutupan lahan tanaman pohon, tanaman perdu, dan tanaman gramineae. (5.). klas tutupan lahan komposit, yaitu tutupan lahan yang tersusun dari kombinasi yang mungkin dari jenis tutupan lahan basah, lahan kosong, vegetasi, dan tutupan lahan gedung. Luas daerah dan cacah piksel dari 5 jenis tutupan lahan tersebut disajikan pada lampiran-3.

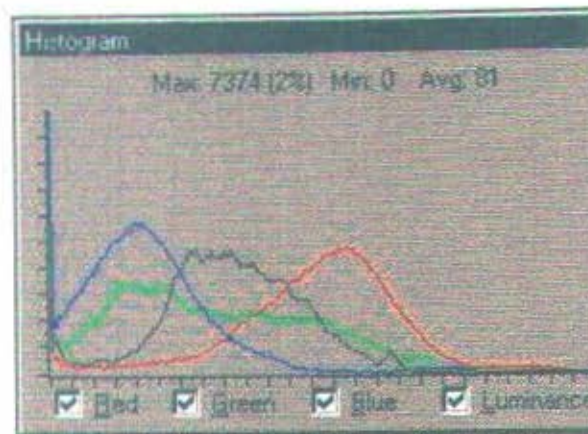


#### 4.3. Statistik Dari Wilayah Hasil Klasifikasi Terbimbing.

Selanjutnya dari hasil klasifikasi terbimbing yang telah terkelompokkan menjadi 5 klas tersebut di atas ditentukan data-data statistiknya dengan menggunakan program Er-Mapper 5.5. Sedangkan hasil cetak statistik termaksud disajikan pada lampiran-2. Dari lampiran-2 ini diperoleh *matrik korelasi antar band*, yang sangat mendukung tercapainya tujuan penelitian ini, yang tertuang pada lampiran-4 .

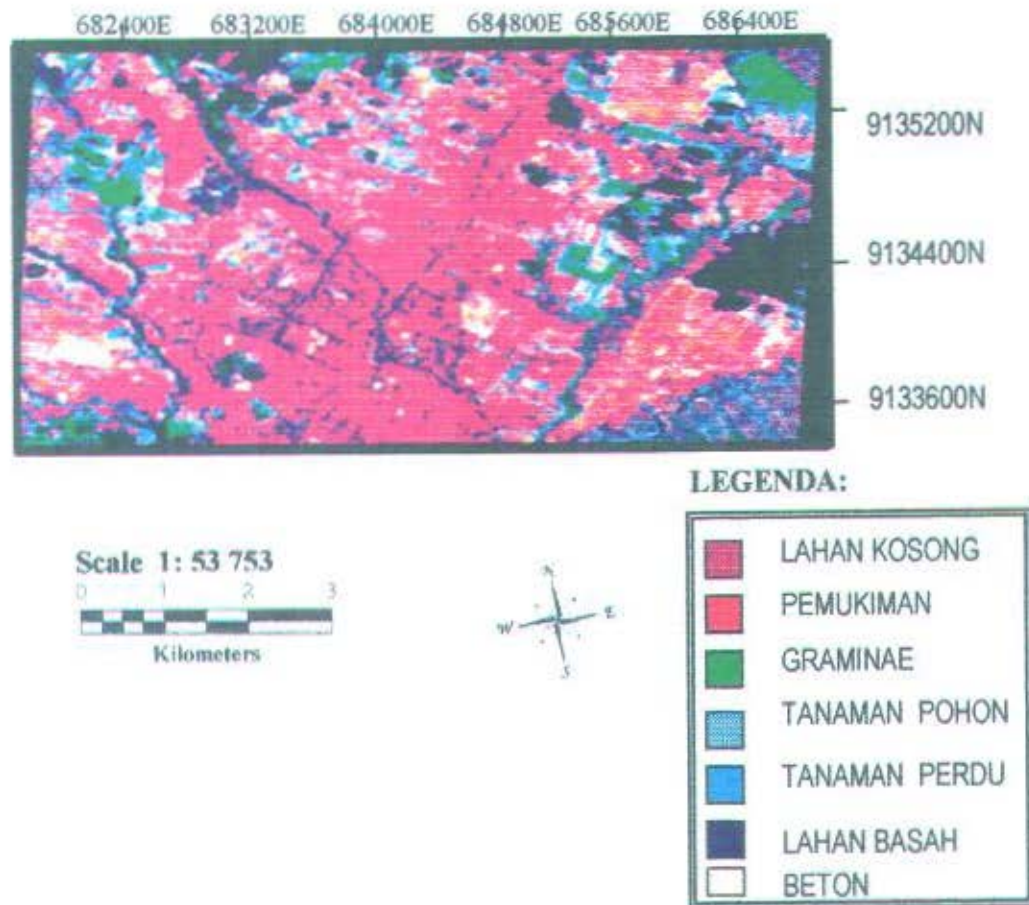


Gambar-4.1: Citra Kotamadya Malang Sebagai Wilayah Penelitian.

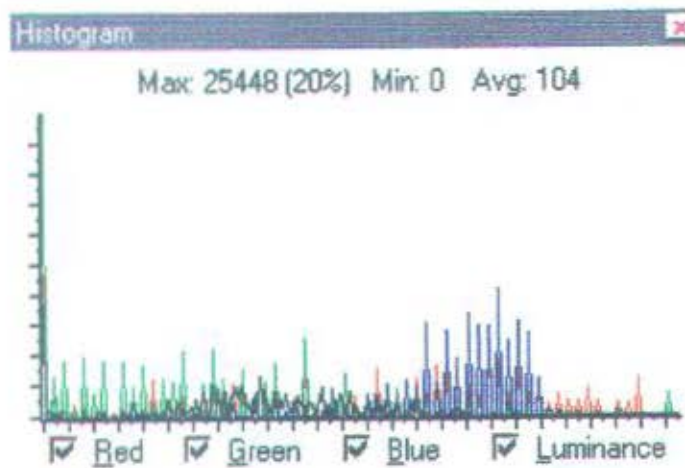


Gambar-4.2: Histogram Citra Kodya Malang (Wilayah Penelitian)

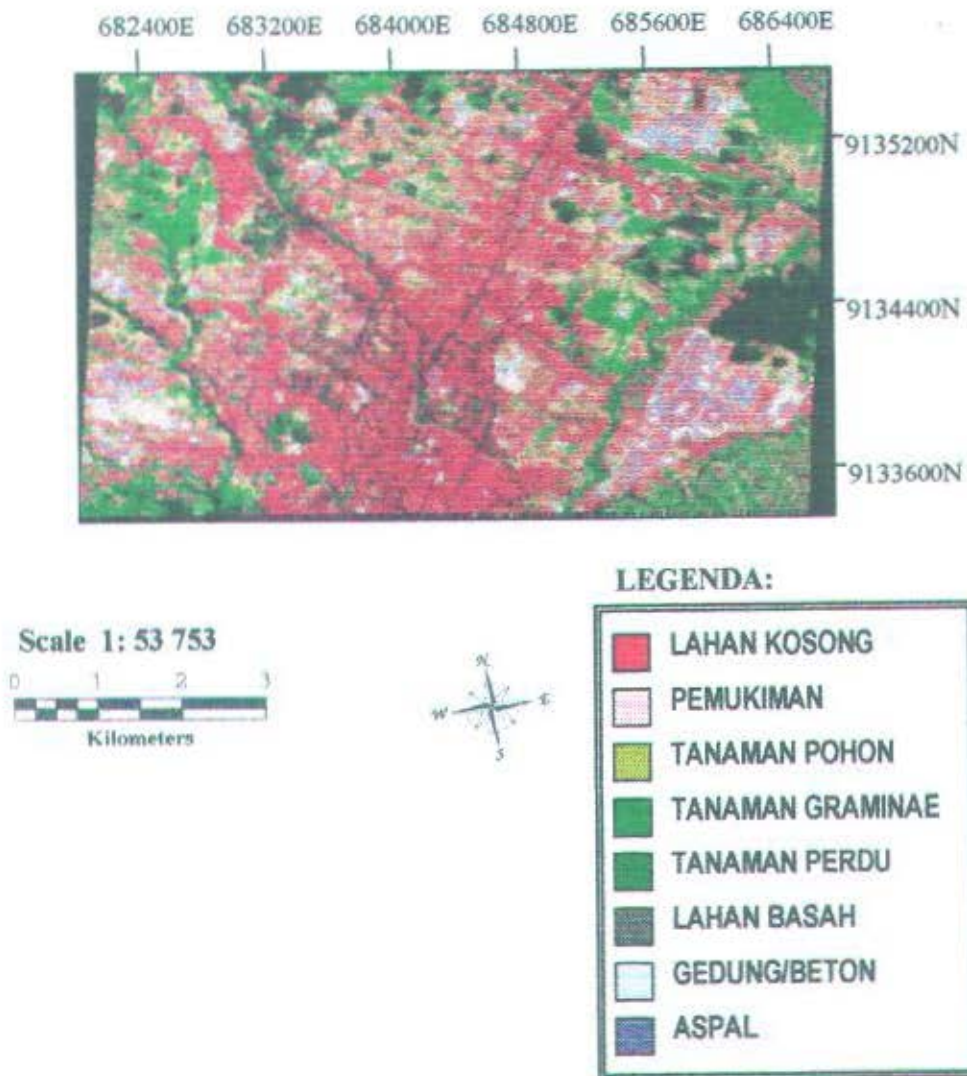




Gambar-4.3: Citra Terkoreksi Belum Tertajamkan



Gambar-4.4: Histogram Citra Terkoreksi Geometrik dan Belum Tertajamkan

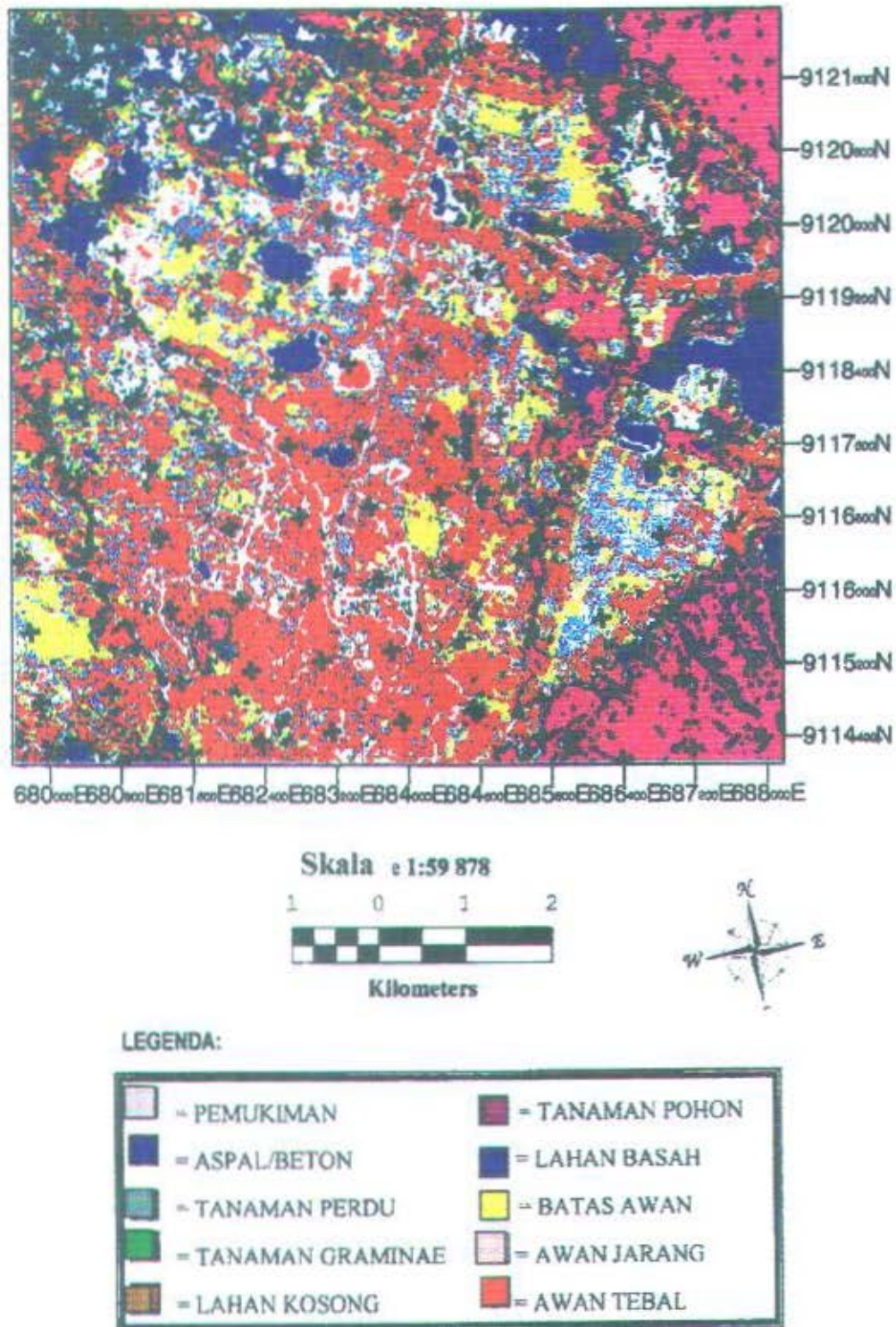


Gambar-4.5: Citra Terkoreksi Geometris dan Tertajamkan

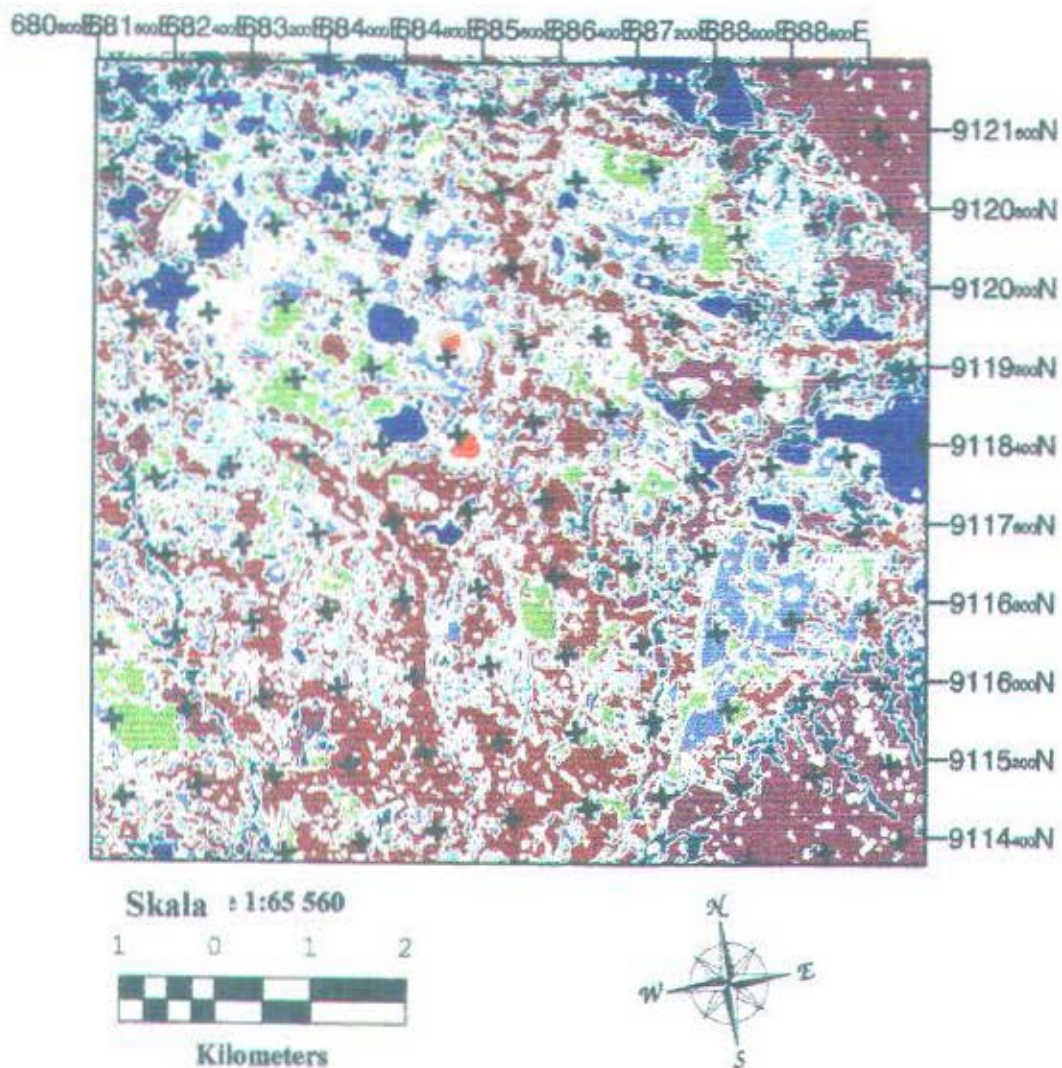


Gambar-4.6: Histogram Citra Terkoreksi Geometris dan Tertajamkan





Gambar-4.7.a : Hasil Klasifikasi Tak-terbimbing (*Unsupervised*) Sebelum  
Divektorkan.

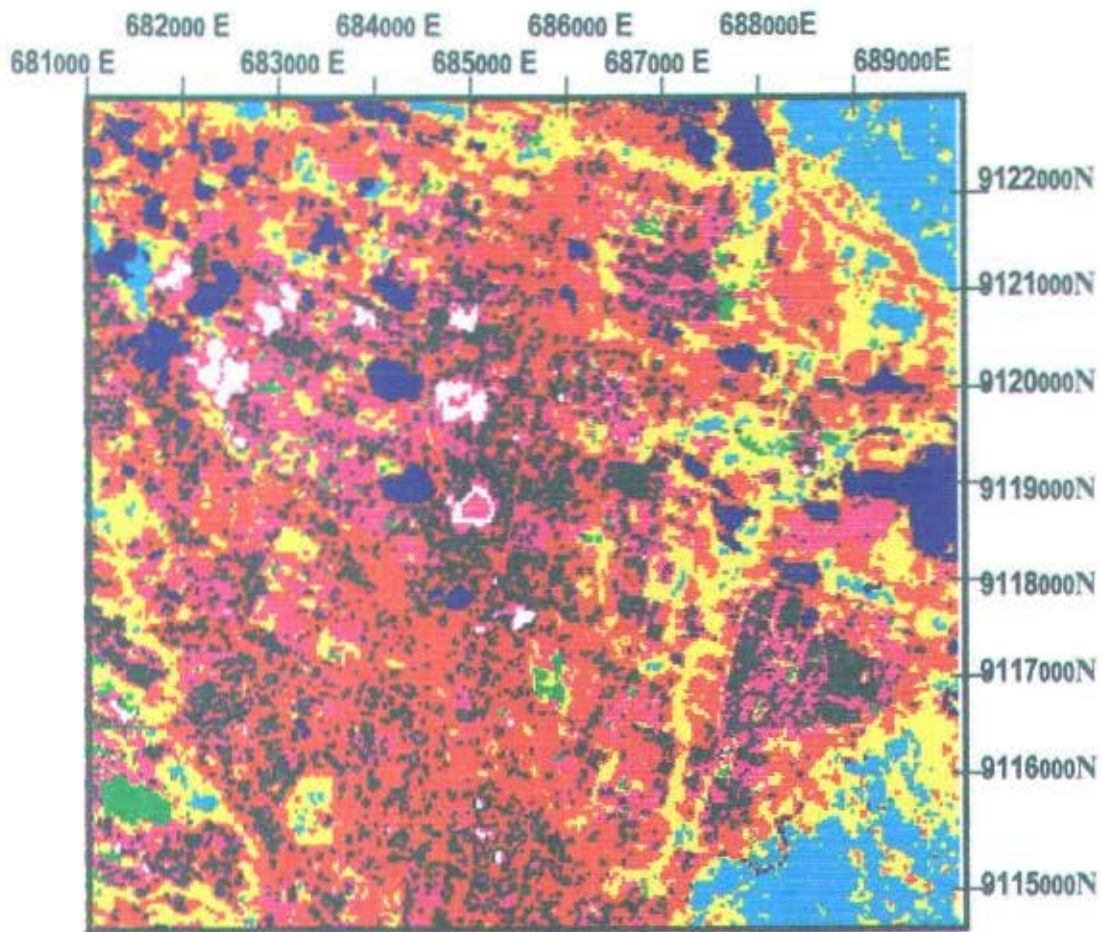


# LEGENDA:

LAHAN BASAH	TANAMAN POHON
JALAN ASPAL/BETON/GEDUNG	TANAMAN GRAMINAE
LAHAN KOSONG	BATAS AWAN
PEMUKIMAN	AWAN JARANG
TANAMAN PERDU	AWAN TEBAL

Gambar-4.7.b: Hasil Klasifikasi Tak-terbimbing (*UNsupervised*)  
Sesudah Divektorkan.
















Skala 1:60 456

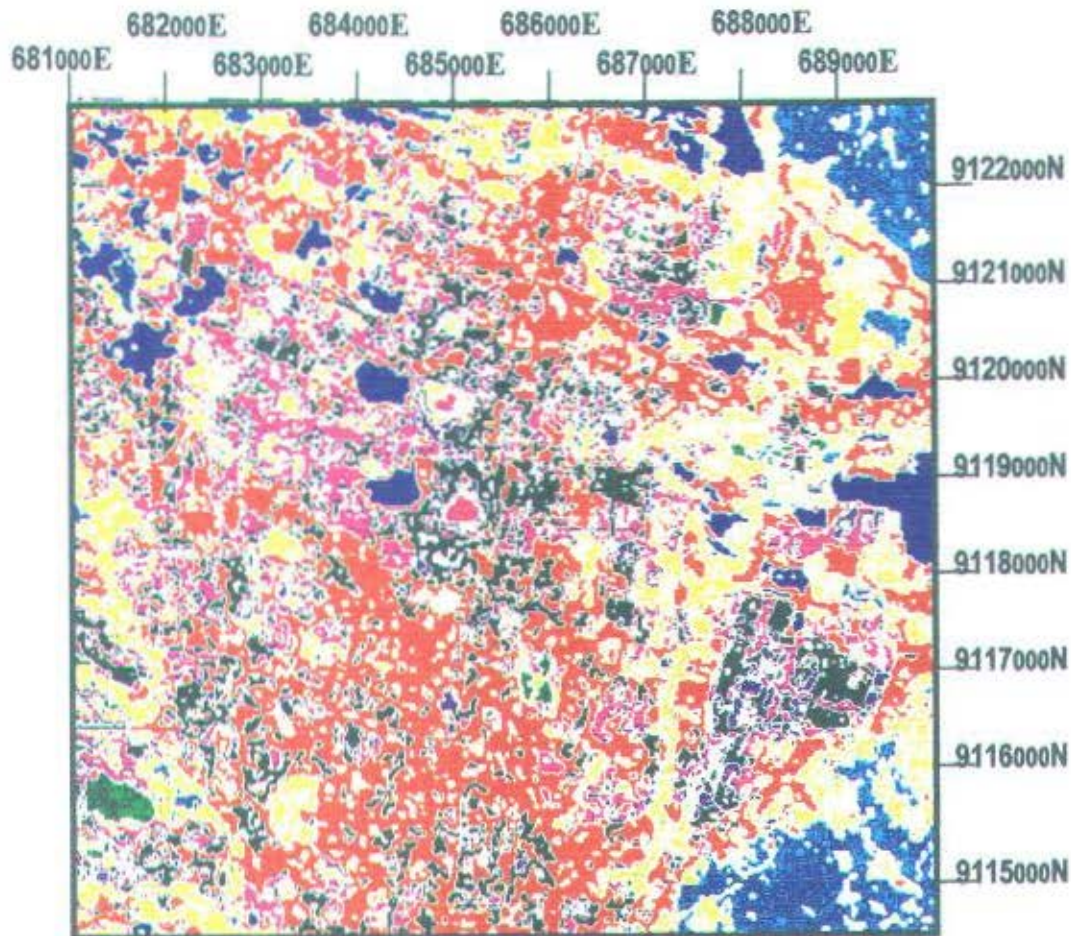
1.5 0 1.5 3  
Kilometers



#### LEGENDA:

	= LAHAN BASAH		= TANAMAN POHON
	= LAHAN KOSONG		= TANAMAN PERDU
	= ASPAL/BETON		= TANAMAN GRAMINAE
	= AWAN		= PEMUKIMAN
	= AWAN JARANG		= LAHAN KOMPOSIT
	= BATAS AWAN		

Gambar-4.8.a: Hasil Klasifikasi Terbimbing (*Supervised*) Sebelum Divektorkan



Skala 1:60 456












1.5 0 1.5 3



Kilometers

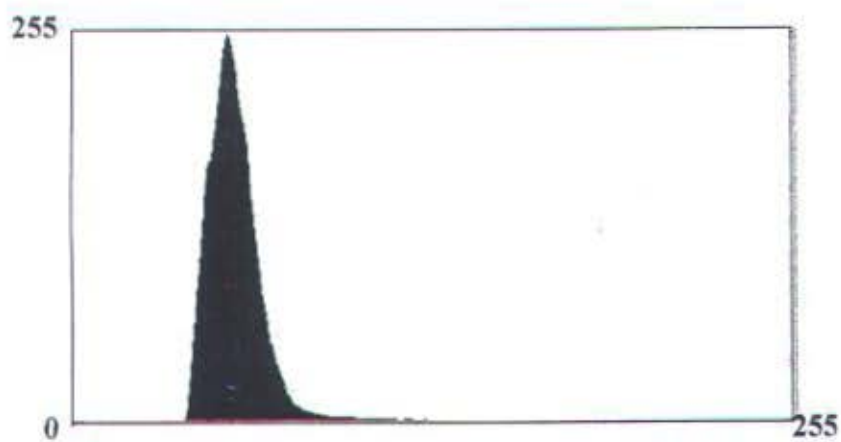


### LEGENDA:

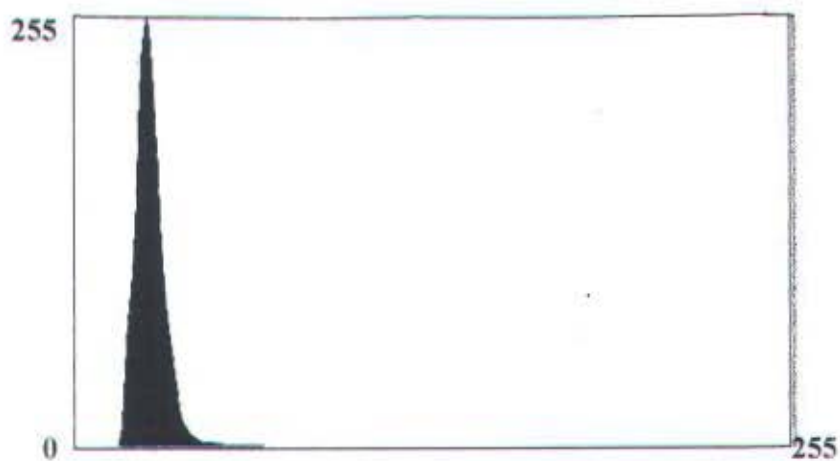
	= LAHAN BASAH		= TANAMAN POHON
	= LAHAN KOSONG		= TANAMAN PERDU
	= ASPAL/BETON		= TANAMAN GRAMINAE
	= AWAN		= PEMUKIMAN
	= AWAN JARANG		= LAHAN KOMPOSIT
	= BATAS AWAN		

Gambar-4.8.b: Hasil Klasifikasi Terbimbing (*Supervised*) Sesudah Divektorkan





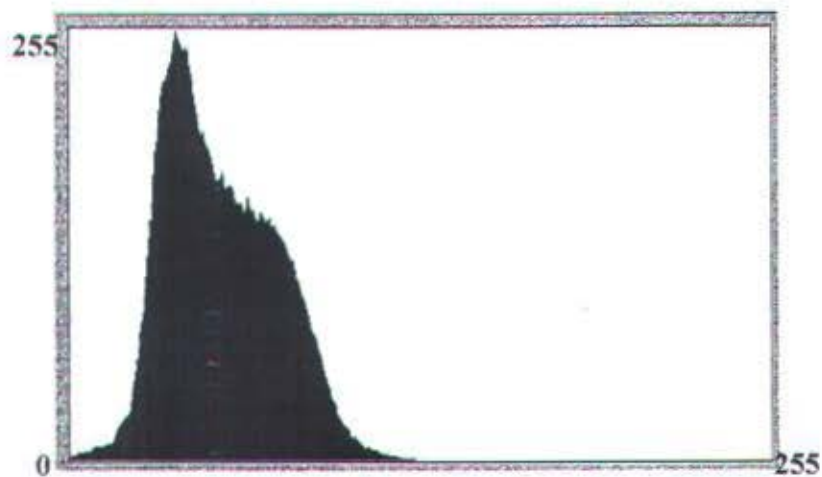
Gambar-4.9: Histogram Band-1 Dalam Wilayah Penelitian



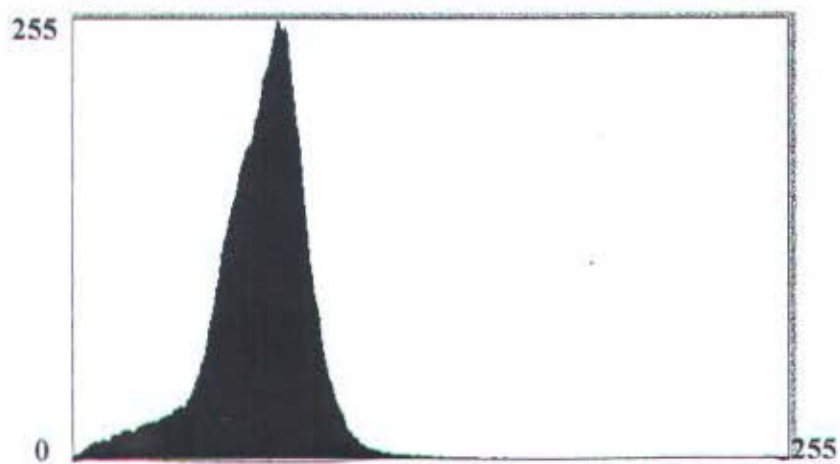
Gambar-4.10: Histogram Band-2 Dalam Wilayah Penelitian



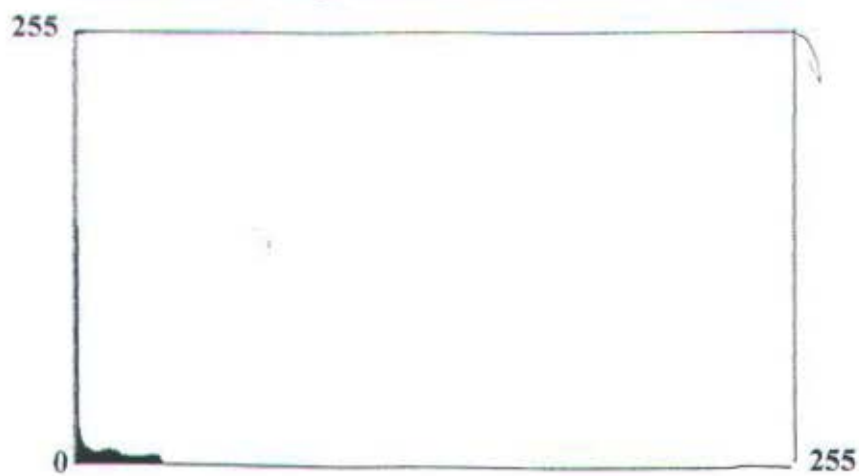
Gambar-4.11: Histogram Band-3 Dalam Wilayah Penelitian



Gambar-4.12: Histogram Band-4 Dalam Wilayah Penelitian

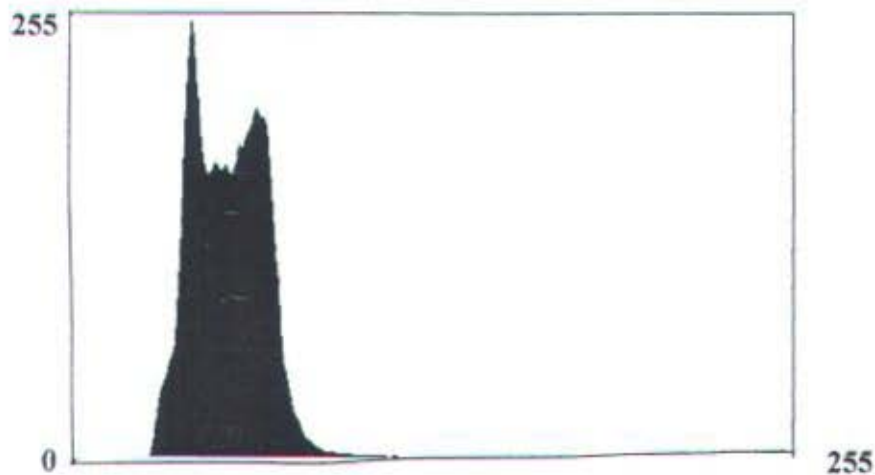


Gambar-4.13: Histogram Band-5 Dalam Wilayah Penelitian



Gambar-4.14: Histogram Band-6 Dalam Wilayah Penelitian

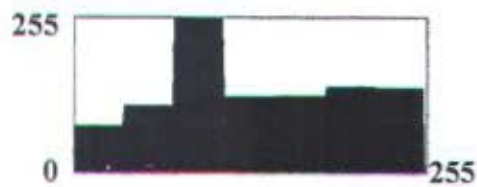




Gambar-4.15: Histogram Band-7 Dalam Wilayah Penelitian



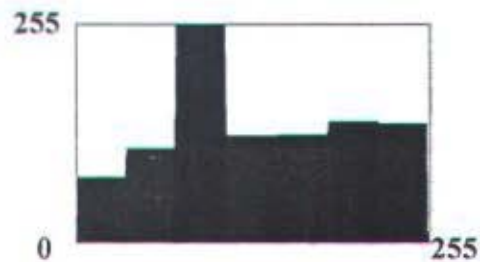
Gambar-4.16 : Histogram Band-1 Dari Daerah Terklasifikasi Terbimbing  
Dalam Model Color adalah *Pseudocolor*



Gambar-4.17 : Histogram Band-2 Dari Daerah Terklasifikasi Terbimbing  
Dalam Model Color adalah *Pseudocolor*



Gambar-4.18 : Histogram Band-3 Dari Daerah Terklasifikasi Terbimbing.  
Dalam Model Color adalah *Pseudocolor*



Gambar-4.19 : Histogram Band-4 Dari Daerah Terklasifikasi Terbimbing.  
Model Color adalah *Pseudocolor*

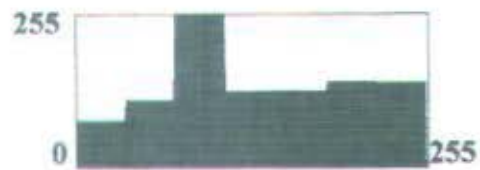


Gambar-4.20 : Histogram Band-5 Dari Daerah Terklasifikasi Terbimbing.  
Dalam Model Color adalah *Pseudocolor*

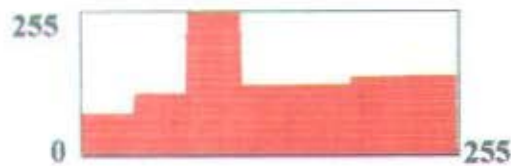


Gambar-4.21 : Histogram Band-6 Dari Daerah Terklasifikasi Terbimbing  
Dalam Model Color adalah *Pseudocolor*

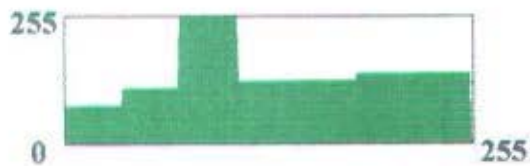




Gambar-4.22 : Histogram Band-7 Dari Daerah Terklasifikasi Terbimbing  
Dalam Model Color adalah *Pseudocolor*



Gambar-4.23 : Histogram Daerah Terklasifikasi Terbimbing Dari Warna Merah  
Dalam Model Color adalah *RGB*



Gambar-4.24 : Histogram Daerah Terklasifikasi Terbimbing Dari Warna Hijau  
Dalam Model Color adalah *RGB*



Gambar-4.25 : Histogram Daerah Terklasifikasi Terbimbing Dari Warna Biru  
Dalam Model Color adalah *RGB*

\*\*\*\*\*

#### 4.4. Hasil Analisis Data Penelitian.

Seperti telah dijelaskan pada Bab III tentang metodologi penelitian bahwa data penelitian ini dianalisis dengan teknik multiple regresi, yaitu multiple regresi antara *band* 6 sebagai variabel terikat dengan *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 sebagai variabel bebas.

Selanjutnya koefisien *multiple regresi* tersebut diuji dengan teknik uji F, yang hasilnya tertuang pada lampiran-5. Sedangkan korelasi setiap *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7, dengan *band* 6 (sebagai pemeta kapasitas panas/suhu atmosfer) ditentukan dengan teknik korelasi parsial. Semua analisis data tersebut didasarkan pada matrik korelasi antar *band* seperti tertuang dalam lampiran-4. Dan hasil analisis data secara lengkap adalah sebagai berikut:

#### Multiple Regresi Dan Korelasi Parsial Untuk Setiap Jenis Tutupan Lahan.

##### Tutupan Lahan Vegetasi.

Tabel 4.1. Tutupan Lahan Tanaman Pohon, Luas 5292490 m<sup>2</sup>, Cacah Piksel = 367,534

Kode $r_{par}$	$r_{par}$	$r_{tabel}$	$r^2_{par}(\%)$	Signifikansi
$r_{61.23457}$	0.1306	0.1028	1.70549	signifikan
$r_{62.13457}$	0.1901		3.61327	signifikan
$r_{63.12457}$	0.0693		0.47995	tak-signifikan
$r_{64.12357}$	0.1291		1.66632	signifikan
$r_{65.12347}$	0.0197		0.03869	tak-signifikan
$r_{67.12345}$	-0.0442		0.19576	tak-signifikan

$$R_{6.123457} = 0.2739 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.075003 = 7.5003\%$$

#### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:



karena  $F_{hitung} = 4,872 > F_{tabel, 5\%} = 2,518$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,2739$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, artinya tutupan lahan yang berupa tanaman pohon memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti) kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 7,5003 %.

Tabel 4.2. Tutupan Lahan: Tanaman Perdu, Luas 1056070 Cacah Piksel = 73,3381

Kode $r_{par}$	$r_{par}$	$r_{tabel}$	$r^2_{par}(\%)$	Signifikansi
$r_{61.23457}$	0.1991	0.2302	3.96302	tak-signifikan
$r_{63.12457}$	0.0395		0.15573	tak-signifikan
$r_{67.12345}$	0.6267		39.2796	signifikan
$r_{64.12357}$	0.0028		7.62482	tak-signifikan
$r_{62.13457}$	0.0375		0.14061	tak-signifikan
$r_{65.12347}$	0.2441		5.95890	signifikan

$$R_{6.123457} = 0.2743 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.075237 = 7.5237 \%$$

#### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:

karena  $F_{hitung} = 9,165 > F_{tabel, 5\%} = 2,224$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,2743$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, artinya tutupan lahan yang berupa tanaman perdu memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti)

kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 7,5237 %

Tabel 4.3. Tutupan Lahan: Tanaman *Graminae*, Luas 14718220 m<sup>2</sup>, Cacah Piksel = 1022,09

Kode $r_{par}$	$r_{par}$	$r_{tabel}$	$r^2_{par}(\%)$	Signifikansi
$r_{61.23457}$	0.0011	0.062	0.00013	tak-signifikan
$r_{62.13457}$	0.0220		0.04847	tak-signifikan
$r_{63.12457}$	0.0262		0.06882	tak-signifikan
$r_{64.12357}$	0.2019		4.07784	signifikan
$r_{65.12347}$	-0.0596		0.35478	tak-signifikan
$r_{67.12345}$	0.1806		3.26155	signifikan

$$R_{6.123457} = 0.2765 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.076441 = 7.6442 \%$$

#### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:

karena  $F_{hitung} = 14,003 > F_{tabel, 5\%} = 2,100$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,2765$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, artinya tutupan lahan yang berupa *graminae* memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti) kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 7,6442 %.



Tabel 4.4. Tutupan Lahan: Kosong, Luas 23722950 m<sup>2</sup>, Cacah Piksel = 1647,72

Kode $r_{\text{par}}$	$r_{\text{par}}$	$r_{\text{tabel}}$	$r^2_{\text{par}}(\%)$	Signifikan
$r_{61.23457}$	0.2016	0.062	4.0661	signifikan
$r_{62.13457}$	0.0272		0.0741	tak-signifikan
$r_{63.12457}$	0.2712		7.3556	signifikan
$r_{64.12357}$	0.0353		0.1244	tak-signifikan
$r_{65.12347}$	0.4786		22.9067	signifikan
$r_{67.12345}$	0.2440		5.9531	signifikan

$$R_{6.123457} = 0.5974 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.3569$$

#### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:

karena  $F_{\text{hitung}} = 151,758 > F_{\text{tabel}, 5\%} = 2,090$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,5974$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, artinya tutupan lahan yang berupa lahan kosong memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti) kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 35,69 %

Tabel 4.5. Tutupan Lahan: Basah, Luas 4187590 m<sup>2</sup>, Cacah Piksel = 290,804

Kode $r_{par}$	$r_{par}$	$r_{tabel}$	$r^2_{par}(\%)$	Signifikansi
$r_{61.23457}$	0.0939	0.11525	0.88084	tak-signifikan
$r_{62.13457}$	-0.0203		0.04118	tak-signifikan
$r_{63.12457}$	0.0535		0.28599	tak-signifikan
$r_{64.12357}$	0.3068		9.41436	signifikan
$r_{65.12347}$	0.0190		0.0361	tak-signifikan
$r_{67.12345}$	0.0900		0.81006	tak-signifikan

$$R_{6.123457} = 0.3356 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.112629 = 11.2630 \%$$

### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:

karena  $F_{hitung} = 6,004 > F_{tabel, 5\%} = 2,345$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,3356$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, artinya tutupan lahan yang berupa lahan basah memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti) kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 11,2630 %

Tabel 4.6. Tutupan Lahan: Komposit, Luas 10903340 m<sup>2</sup>, Cacah Piksel = 757,176

Kode $r_{\text{par}}$	$r_{\text{par}}$	$r_{\text{tabel}}$	$r^2_{\text{par}}(\%)$	Signifikansi
$r_{61.123457}$	0.1332	0.07172	1.77516	signifikan
$r_{62.123457}$	0.0777		0.60433	signifikan
$r_{63.123457}$	0.0408		0.16655	tak-signifikan
$r_{64.123457}$	0.2111		4.45487	signifikan
$r_{65.123457}$	0.0190		0.0361	tak-signifikan
$r_{67.123457}$	0.0959		0.91917	signifikan

$$R_{6.123457} = 0.2786 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.077627 = 7.7628 \%$$

### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:

karena  $F_{\text{hitung}} = 10,522 > F_{\text{tabel}, 5\%} = 2,299$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,2786$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, artinya tutupan lahan yang berupa tutupan lahan komposit memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti) kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 7,7628 %



### Tutupan Lahan Gedung:

Tabel 4.7. Tutupan Lahan: Aspal/Beton, Luas 9329170 m<sup>2</sup>, Cacah Piksel = 647,859

Kode $r_{par}$	$r_{par}$	$r_{tabel}$	$r^2_{par}(\%)$	Signifikansi
$r_{61.23457}$	0.0726	0.077	0.52697	tak-signifikan
$r_{62.13457}$	0.0349		0.12198	tak-signifikan
$r_{63.12457}$	0.0048		0.00230	tak-signifikan
$r_{64.12357}$	0.0740		0.54833	tak-signifikan
$r_{65.12347}$	0.0190		0.0361	tak-signifikan
$r_{67.12345}$	0.7319		53.5674	signifikan

$$R_{6.123457} = 0.7358 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.541390 = 54.1391 \%$$

### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:

karena  $F_{hitung} = 126,090 > F_{tabel, 5\%} = 2,387$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,7358$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, *artinya* tutupan lahan yang berupa aspal/beton memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti) kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 54,1391 %

Tabel 4.8. Tutupan Lahan: Pemukiman, Luas 2221390 m<sup>2</sup>, Cacah Piksel = 154,263

Kode $r_{\text{par}}$	$r_{\text{par}}$	$r_{\text{tabel}}$	$r^2_{\text{par}}(\%)$	Signifikansi
$r_{61.23457}$	0.2203	0.15724	4.85391	signifikan
$r_{62.13457}$	0.0226		0.05094	tak-signifikan
$r_{63.12457}$	0.1230		1.51304	tak-signifikan
$r_{64.12357}$	0.3083		9.50616	signifikan
$r_{65.12347}$	0.0190		0.0361	tak-signifikan
$r_{67.12345}$	0.0634		0.40233	tak-signifikan

$$R_{6.123457} = 0.3952 \text{ dan } R^2_{6.123457} = 0.156160 = 15.6161 \%$$

#### Kesimpulan:

Berdasarkan hasil uji signifikansi angka multiple regresi dengan teknik uji F seperti tertuang pada lampiran-6, dapat disimpulkan sebagai berikut:

karena  $F_{\text{hitung}} = 4,542 > F_{\text{tabel}, 5\%} = 2,158$  maka  $H_0$  : ditolak dan  $H_a$  : diterima berarti koefisien multiple regresi  $R = 0,3952$  dari *band* 6 (pemeta kapasitas panas) pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 adalah signifikan, artinya tutupan lahan yang berupa pemukiman memberikan sumbangan (kontribusi) efektif yang signifikan (berarti) kepada perubahan suhu atmosfer yang berdekatan dengannya dengan besar kontribusi efektif sebesar 15,6161 %

#### 4.5. Bahasan Hasil Analisis Data Penelitian.

Dari hasil analisis data yang tertuang pada sub-Bab 4.4 di atas bisa dibuat ringkasan sebagai berikut:

**Tabel 4-9: Sumbangan Efektif Setiap Tutupan Lahan Kepada Band-6**

Jenis Tutupan Lahan	Luas Lahan		Sumbangan Efektif Ke B6 (%)	Sumbangan Efektif Ke B6 Per m2 (%)	Sumbangan Efektif Ke Band 6 Dari:					
	Ha	m <sup>2</sup>			B1	B2	B3	B4	B5	B7
01. Lahan Basah	549.912	5499120	11.2630	0.00000205	0.88	0.04	0.29	9.42(s)	0.04	0.81
02. Lahan Kosong	1840.039	18400390	35.6900	0.00000194	4.07(s)	0.07	7.36(s)	0.124	22.9(s)	5.95(s)
03. GEDUNG			<b>34.8776</b>	<b>0.00000423</b>						
'- Aspal, Beton	803.143	8031430	54.1391	0.00000674	0.53	0.12	0.002	0.55	0.04	53.57(s)
'- Pemukiman	905.412	9054120	15.6161	0.00000172	4.85	0.05	1.51	9.51(s)	0.04	0.4
04. VEGETASI			<b>7.5561</b>	<b>0.00000077</b>						
'- Tanaman Pohon	1028.785	10287850	7.5003	0.00000073	1.71(s)	3.61 (s)	0.48	1.67(s)	0.04	0.2
'- Tanaman Perdu	919.178	9191780	7.5237	0.00000082	3.96	0.161	0.16	7.63	5.96(s)	39.29(s)
'- Tanaman Graminae	1014.633	10146330	7.6442	0.00000075	0	0.05	0.07	4.08(s)	0.36	3.26(s)
05. Lahan Komposit	1090.334	10903340	<b>7.7628</b>	<b>0.00000071</b>	1.78(s)	0.60(s)	0.17	4.46(s)	0.04	0.092(s)

Catatan: 1 Hektar = 10 000 m<sup>2</sup>; (s) = signifikan/korelasi dan sumbangan efektifnya berarti.

Sumbangan efektif semua jenis tutupan lahan kepada kapasitas panas jenis C =  $R^2 = 97,14955 = 97,15\%$



Tabel 4-9 di atas menunjukkan bahwa secara umum besar kontribusi efektif semua tutupan lahan terhadap kapasitas panas  $C$  (band. 6) atau suhu atmosfer ( $T$ ) di wilayah Kodya Malang sama dengan  $R^2 = 97,1495\%$ , sedangkan sumbangan efektif tiap jenis tutupan lahan kepada  $C$  berturut-turut adalah sebagai berikut:

- (1) lahan kosong 35,69 %, besar kontribusi efektif sebesar ini dikarenakan lahan kosong di wilayah Kodya Malang mempunyai area paling luas jika dibandingkan dengan luasnya area tutupan lahan lainnya, di samping itu lahan kosong mempunyai kerapatan antar molekul yang sangat rapat sehingga daya serap terhadap cahaya matahari cukup kecil atau daya pantulnya terhadap cahaya matahari cukup besar, akibatnya kapasitas panas  $C$  dan suhu  $T$  di atas dan sekitarnya menjadi semakin besar, sebab kekasaran muka lahan kosong relatif besar yang mengakibatkan efek difusi cahaya yang cukup besar pula.
- (2) gedung 34,88 % dengan tutupan lahan aspal/beton 54,1 % dan pemukiman 15,62 %. Sumbangan efektif sebesar ini terjadi karena kerapatan molekul bahan pembuat gedung sangat besar, jika dibandingkan dengan lahan kosong, disamping bahan pembuat gedung ini mempunyai kandungan mineral yang sangat tinggi, sehingga cahaya matahari yang datang padanya cenderung dipantulkan semua dan cahaya matahari yang diserap olehnya amat sangat kecil.
- (3) lahan basah 11,26 %, sumbangan efektif lahan basah ini relatif kecil karena lahan basah mempunyai kandungan air yang sangat besar. Menurut teori fisika air merupakan zat alir yang mempunyai kerapatan molekul yang kecil sehingga cahaya matahari yang datang padanya cenderung diteruskan/diserap sehingga daya pantul lahan basah terhadap matahari relatif kecil akibatnya kapasitas panas dan suhu atmosfer di atas dan di sekitarnya relatif rendah/kecil dan kesan sejuk

akan muncul.

- (4) lahan komposit 7,76 %; lahan komposit di sini adalah lahan campuran antar jenis tutupan-lahan yang mungkin sehingga kapasitas panas dan suhu rata-rata di atas/sekitarnya cenderung kecil, dan
- (5) vegetasi 7,56 % yang mana kontribusi tanaman pohon 7,50 %, tanaman perdu 7,52 % dan tanaman gramineae 7,64 %. Sifat vegetasi ini hampir mirip dengan lahan basah, sebab vegetasi mempunyai kandungan air yang relatif banyak di samping itu tebal daunnya amat tipis dan jarak antar molekul zat di dalam daun sangat jarang sehingga mudah ditembus oleh cahaya matahari, akibatnya cahaya yang dipantulkan oleh muka vegetasi relatif kecil akibatnya kesan sejuk timbul pada area di atas/sekitarnya.

Dari besar sumbangan efektif di atas nampak bahwa tutupan lahan aspal/beton merupakan penyumbang (kontributor) terbesar terhadap kapasitas panas  $C$  atau perubahan suhu atmosfer di wilayah Kodya Malang, yang kemudian disusul oleh lahan kosong sebagai penyumbang kapasistas panas dan perubahan suhu atmosfer. Secara makro nampak pula bahwa berdasarkan besarnya sumbangan efektif maka *urutan penyumbang* terciptanya perubahan kapasitas panas atau perubahan suhu di wilayah Kodya Malang berturut-turut adalah tutupan: lahan kosong, gedung, lahan basah, lahan komposit, dan tutupan lahan berupa vegetasi. Dan dalam jenis vegetasi, *urutan penyumbang berdasarkan besarnya angka sumbangan efektif* berturut-turut adalah: tanaman perdu, tanaman gramineae, dan kemudian tanaman pohon.

*Kontribusi efektif pada  $C$  tiap tutupan lahan per  $m^2$* , besarnya berturut-turut adalah sebagai berikut :



- (1) gedung  $423 \times 10^{-8} \%$ , yang tersumbang oleh  $674 \times 10^{-8} \%$  aspal/beton dan  $172 \times 10^{-8} \%$  pemukiman,
- (2) lahan basah  $205 \times 10^{-8} \%$ , (3). lahan kosong  $194 \times 10^{-8} \%$  (4) vegetasi  $77 \times 10^{-8} \%$  dan (5) tutupan lahan komposit  $71 \times 10^{-8} \%$ .

*Kontributor efektif yang signifikan kepada C pada tiap jenis tutupan lahan terhadap kapasitas panas C, jika dilihat dari jenis kanal/band, adalah sebagai berikut:*

- (1) gedung, kontributor yang signifikan adalah  $B_4$  dan  $B_7$ ,
- (2) lahan basah, kontributor signifikannya adalah  $B_4$ ,
- (3) lahan kosong, kontributor signifikannya adalah  $B_1, B_3, B_5, B_7$ ,
- (4) vegetasi kontributor signifikannya adalah  $B_1, B_2, B_4, B_5$  dan  $B_7$ , sedangkan
- (5) tutupan lahan komposit, kontributor signifikannya adalah  $B_1, B_2, B_4$  dan  $B_7$ .

Lain dari pada itu, *lampiran-7* menunjukkan bahwa *sumbangan efektif* setiap jenis tutupan lahan kepada suhu  $T$  adalah sebagai berikut:

- (1) gedung 2,6995 %, yang tersumbang oleh 3,1965 % aspal/beton dan 2,0219 % pemukiman,
- (2) lahan basah 2,1109 %,
- (3) lahan kosong 2,1026% ,
- (4) vegetasi 1,1099%, dan
- (4) tutupan lahan komposit 1,4947 %.

Kemudian, perbandingan sumbangan efektif tiap jenis tutupan lahan terhadap perubahan suhu atmosfer rata-rata bisa ditentukan *berdasarkan perbandingan sumbangan efektif tiap  $m^2$*  adalah sebagai berikut: *lahan basah : lahan kosong : tutupan lahan gedung : tutupan lahan vegetasi* =  $1,4 : 1,4 : 1,8 : 1,0 = 1,4 : 1,4 : 1,8 : 1$

\*\*\*\*\*





# BAB 5



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Hasil cetak histogram citra dengan menggunakan ER\_Mapper 5.5 menunjukkan bahwa:

- (1) histogram citra untuk *band-1* sampai dengan *band-7* sebelum pemrosesan citra awal (pra-prosesing) nampak seperti pada gambar-4.9 s/d gambar-4.15. Hal ini menunjukkan bahwa histogram tiap *band*, yaitu *band-1* s/d *band-7*, mempunyai model/bentuk yang berbeda satu sama lain. Berarti distribusi harga tingkat keabuan citra pada tiap *band* berbeda satu sama lainnya, dan kontribusi efektif tiap *band* kepada perubahan kapasitas panas  $C$  dan perubahan suhu atmosfer  $T$  berbeda-beda pula.
- (2) histogram citra tiap *band*, yaitu *band-1* sampai dengan *band-7* setelah proses klasifikasi mempunyai model/bentuk yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa tiap jenis daerah tutupan lahan memberikan kontribusi efektif yang sama untuk setiap *band*nya, karena selama berlangsungnya proses klasifikasi telah terjadi pengelompokkan daerah berdasarkan harga tingkat keabuan tiap pikselnya, sehingga setelah klasifikasi pengaruh *band* tidak bisa lagi dideteksi, dan model histogram yang ditunjukkan oleh citra setelah klasifikasi adalah model histogram berdasarkan harga tingkat keabuan yang sama. Histogram ini, dalam model warna *pseudocolor* secara lengkap ditunjukkan pada gambar-4.16 sampai dengan gambar-4.22. Sedangkan histogram dalam model warna RGB citra, ditunjukkan

pada gambar-4.23 sampai dengan gambar-4.25.

Berdasarkan *besar sumbangan (kontribusi) efektif* yang telah dibahas pada sub-bab 4.5, yaitu tentang bahasan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa tutupan lahan aspal/beton merupakan penyumbang (kontributor) terbesar terhadap kapasitas panas C atau perubahan suhu atmosfer di wilayah Kodya Malang, yang kemudian disusul oleh lahan kosong sebagai penyumbang kapasitas panas dan perubahan suhu atmosfer. Secara makro nampak pula bahwa berdasarkan besarnya sumbangan efektif maka *urutan penyumbang* terciptanya perubahan kapasitas panas atau perubahan suhu di wilayah Kodya Malang berturut-turut adalah tutupan lahan kosong, gedung, lahan basah, lahan komposit, dan tutupan lahan berupa vegetasi. Dan dalam jenis vegetasi, *urutan penyumbang berdasarkan besarnya angka sumbangan efektif* berturut-turut adalah: tanaman perdu, tanaman gramineae, dan kemudian tanaman pohon.

Kemudian, *perbandingan sumbangan efektif* tiap jenis tutupan lahan terhadap perubahan kapasitas panas bisa ditentukan *berdasarkan perbandingan sumbangan efektif tiap m<sup>2</sup>* sebagai berikut: lahan basah : lahan kosong : tutupan lahan gedung : tutupan lahan vegetasi : tutupan lahan komposit = 2,89 : 2,73 : 5,96 : 0,97 : 1,00 = 3 : 3 : 6 : 1 : 1. Hal ini mengandung makna bahwa pemukiman yang sejuk bisa terjadi jika pemukiman tersebut diwujudkan dalam bentuk *tutupan lahan komposit*, dengan komposisi *perbandingan* tiap jenis tutupan lahan bisa ditentukan *berdasarkan perbandingan sumbangan efektif tiap m<sup>2</sup>* kepada perubahan suhu sebagai berikut: lahan basah : lahan kosong : tutupan lahan gedung : tutupan lahan vegetasi = 2,1109 : 2,1026 : 2,6995 : 1,5099 = 1,4 : 1,4 : 1,8 : 1.



## 5.2. Saran-saran.

Untuk mengembalikan wilayah Kodya Malang menjadi lebih sejuk lagi di anjurkan kepada Pemerintah Daerah Kotamadya Malang untuk:

- (1) meminimalkan luas lahan kosong dan meningkatkan luasnya tutupan lahan vegetasi, terutama tutupan vegetasi jenis tanaman pohon, yang sumbangan efektifnya kepada C dan T paling kecil. Dengan demikian upaya pencegahan terhadap penebangan hutan/pohon-pohon besar perlu ditingkatkan.
- (2) dalam upaya membangun pemukiman yang sejuk, hendaknya diupayakan memperkecil tutupan lahan berupa plesteran/beton dan aspal, meningkatkan luasnya tutupan lahan berupa vegetasi terutama jenis tanaman pohon dengan jalan menyisipkan tanaman pohon di dalam tutupan lahan plesteran, dan di sebelah kiri dan kanan jalan aspal. Di samping itu pula, diharapkan tidak adanya pemukiman beratap seng.
- (3) perlu dikaji lebih jauh pemukiman beratapkan genteng cor yang terbuat dari bahan semen, mengingat genteng jenis ini terbuat dari bahan yang sumbangan efektifnya terhadap C dan paling besar, yaitu 54,1391%, sehingga perlu dipertimbangkan pemakaian genteng, untuk pemukiman, yang terbuat dari bahan tanah seperti lazimnya genteng tanah yang digunakan sebelum adanya genteng cor.
- (4) untuk membangun kompleks pemukiman yang sejuk hendaknya diupayakan terjadinya kompleks pemukiman yang berwujud tutupan lahan komposit, artinya dalam kompleks pemukiman tersebut harus ada jenis tutupan lahan berupa vegetasi, terutama jenis tanaman pohon, lahan basah, lahan kosong jika terpaksa.

- (5) upaya mewujudkan kompleks pemukiman jenis komposit termaksud pada butir (4) di atas hendaknya berpedoman pada hasil penelitian tentang *perbandingan* sumbangan efektif antar jenis tutupan lahan, seperti yang tertulis pada sub-Bab 5.1 di atas, yaitu tutupan: lahan basah, lahan kosong : tutupan lahan gedung : tutupan lahan vegetasi = 1,4 : 1,4 : 1,8 : 1,0.

\*\*\*\*\*

# DAFTAR PUSTAKA

- Asia Pasific Region Office: Earth Resource Mapping. 1996 . *Er Mapper 5.5 Helping People Manage The Earth: Reference Manual* . West Perth: -
- Damanik, M. 1998. *Pengukuran Posisi Dengan GPS*. Jakarta: LAPAN Pekayon
- Danoedoro, Projo. 1993. *Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Digital Untuk Pemetaan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Dimiyati, Dewanti Ratih dan Dimiyati, Muhammad. 1998. *Remote Sensing dan Sistem Informasi Geografis Untuk Perencanaan*. Jakarta: CV RESOTA.
- Irwan, Syaeful. 1998. *Pendidikan dan Pelatihan Penginderaan Jauh Tingkat Dasar Terampil*. Jakarta: Deputi Bidang Teknologi Pengolahan Data-LAPAN
- Kerlinger, FN. 1973. *Foundation Of Behavioral Research*. Amsterdam: Holt, Rinehart and Winston, INC.
- LAPAN. 1996. *Bank Data Inderaja*. Jakarta: LAPAN-PEKAYON.
- Lillesand, Thomas, M and Kiefer, Ralph, W. 1997. *Penginderaan jauh dan interpretasi citra*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sears, Francis Weston dan Zemansky , Mark. W.. 1957 *University Physics* Massachusetts: Addison-Wesley Publising Company. Inc.
- Sears, F. W. dan Salinger, G.L.. 1980. *Thermodynamics, Kinetic Theory, and Statistical Thermodynamics*. New York: Addison Wesley Publishing Company.
- Short, Nicholas, M. 1999 *Remote Sensing Tutorial Introduction*. Colorado: RST Publication Co. Ltd.
- Sitanggang, Gokmaria. 1998. *Pengenalan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Aplikasinya*. Jakarta: Deputi Bidang Penginderaan Jauh- LAPAN.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh, Jilid 2*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Swain, Philip, H. and Davis, Shirley, M. 1978. *Remote Sensing: The Quantitative Approach*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Toselli, F. 1988. *Applications of Remote Sensing to Agrometeorology*. London: Kluwer Academic Publishers.



Wolf, Paul, R. 1993. *Elemen Fotogrametri*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Zhizhuo, Wang. 1990. *Principles of Photogrammetry (With Remote Sensing)*.  
Beijing: Publishing House of Surveying and Mapping.

\*\*\*\*\*



# DAFTAR LAMPIRAN



## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran-1.A:** Hasil Pengambilan GCP Dengan Global-positioning-system (GPS) 45: Garmin Seri 349966 Milik Jurusan Geodesi ITS Surabaya.

**Lampiran-1.B:** Komposisi 4-GCP Dengan Nilai Rms Rata-ratanya Terkecil/Terbaik  $< 1$ .

**Lampiran-2 :** Statistik Citra Terklasifikasi Terbimbing 11-Klas

**Lampiran-3 :** Luas Daerah Tutupan Lahan Penelitian Dan Cacah Pikselnya

**Lampiran-4 :** Matrik Korelasi Antar Band Dalam Setiap Jenis Tutupan Lahan

**Lampiran-5 :** Hitungan Harga F Dan Uji Signifikasinya

**Lampiran-6 :** Hasil Perhitungan Konstanta Dan Rumus T

**Lampiran-7 :** Hasil Perhitungan Sumbangan Efektif Ke C dan Suhu T

**Lampiran-8 :** *Header File* Citra Bahan Tesis



# LAMPIRAN-1:

Hasil Pengambilan GCP Dengan *Global-positioning-system* (GPS) 45: Garmin Seri 349966 Milik Jurusan Geodesi ITS Surabaya.

TIK	Kecamatan	Lintang			Bujur		
		Derajat	Menit	Detik	Derajat	Menit	Detik
	Arjosari-1/Pertigaan-1	7	55	48,9	112	39	2,0
	Arjosari-2/Perigaan-2	7	55	46,4	112	38	56,0
	Blimbing/Pertigaan pos	7	56	26,8	112	38	33,4
	Dinoyo/Pertigaan Brawijaya	7	58	35,2	112	37	45,5
	Sukun/Jembatan Tidar	7	57	56,6	112	36	23,7
	Sukun/STIKI	7	57	57,3	112	36	25,8
	Klojen/Rajabali	7	58	35,0	112	37	45,5
	Sawojajar/Jembatan	7	58	46,9	112	39	4,6
	Blimbing/Jembatan Batas	7	57	1,2	112	23	52,2

Komposisi 4-GCP dengan nilai *rms rata-ratanya* terkecil/terbaik  $< 1$ .

TIK	Kecamatan	Lintang			Bujur		
		Derajat	Menit	Detik	Derajat	Menit	Detik
	Blimbing/Pertigaan pos	7	56	26,8	112	38	33,4
	Sukun/Jembatan Tidar	7	57	56,6	112	36	23,7
	Sawojajar/Jembatan	7	58	46,9	112	39	4,6
	Blimbing/Jembatan Batas	7	57	1,2	112	23	52,2
		RMS			Rata- rata:		
					0.815		

IS TUTUPAN LAHAN: **GEDUNG**

REGION: 1. ASPAL/BETON

	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Null Cells	33816	33816	33816	33816	33816	33816	33816
In Hectares	932.917	932.917	932.917	932.917	932.917	932.917	932.917
In Acres	2305.288	2305.288	2305.288	2305.288	2305.288	2305.288	2305.288
mean	47.000	20.000	24.000	7.000	33.000	0.000	39.000
std	122.000	69.000	124.000	81.000	97.000	37.000	145.000
var	68.483	32.919	46.615	40.768	79.799	0.255	70.630
sd	67.000	32.000	46.000	40.000	80.000	0.000	71.000
Dev.	6.288	3.937	6.069	7.109	6.267	1.465	3.787
Dev. (n-1)	6.288	3.937	6.069	7.109	6.267	1.465	3.787
. Eigenval.	3.123	1.741	0.937	0.698	0.273	0.168	0.059
Eigenval.	103.056	52.603	25.018	10.179	4.198	1.926	1.193
Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1.000	0.922	0.731	0.430	-0.044	0.243	-0.092
2	0.922	1.000	0.813	0.559	0.008	0.221	-0.090
3	0.731	0.813	1.000	0.528	0.033	0.161	-0.046
4	0.430	0.559	0.528	1.000	0.337	0.204	-0.067
5	-0.044	0.008	0.033	0.337	1.000	0.095	0.693
6	0.243	0.221	0.161	0.204	0.095	1.000	-0.050
7	-0.092	-0.090	-0.046	-0.067	0.693	-0.050	1.000
determinant	0.010						

# REGION: 2. PEMUKIMAN

	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
Null Cells	8052	8052	8052	8052	8052	8052	8052
In Hectares	222.139	222.139	222.139	222.139	222.139	222.139	222.139
In Acres	548.917	548.917	548.917	548.917	548.917	548.917	548.917
mum	47.000	20.000	25.000	14.000	59.000	0.000	65.000
mum	119.000	67.000	115.000	102.000	165.000	43.000	164.000
	76.948	38.757	56.779	51.396	99.617	1.655	81.148
an	74.000	37.000	55.000	49.000	97.000	0.000	79.000
Dev.	12.581	6.890	10.556	11.731	9.518	4.875	7.696
Dev. (n-1)	12.582	6.891	10.557	11.732	9.519	4.875	7.697
. Eigenval.	3.575	1.531	0.916	0.618	0.194	0.139	0.028
Eigenval.	360.172	111.076	98.210	32.391	13.764	11.114	1.763
elation Matrix	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
1	1.000	0.941	0.761	0.439	0.248	0.463	0.093
2	0.941	1.000	0.877	0.561	0.313	0.426	0.087
3	0.761	0.877	1.000	0.521	0.366	0.283	0.130
4	0.439	0.561	0.521	1.000	0.447	0.472	-0.164
5	0.248	0.313	0.366	0.447	1.000	0.184	0.620
6	0.463	0.426	0.283	0.472	0.184	1.000	-0.135
7	0.093	0.087	0.130	-0.164	0.620	-0.135	1.000
rminant	0.002						



# REGION: 3. LAHAN KOSONG

	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
-Null Cells	85990	85990	85990	85990	85990	85990	85990
a In Hectares	2372.295	2372.295	2372.295	2372.295	2372.295	2372.295	2372.295
a In Acres	5862.070	5862.070	5862.070	5862.070	5862.070	5862.070	5862.070
um	37.000	16.000	12.000	5.000	24.000	0.000	34.000
um	82.000	40.000	87.000	71.000	97.000	36.000	120.000
1	57.859	26.283	32.485	41.822	62.700	3.320	56.991
an	58.000	26.000	33.000	41.000	65.000	0.000	58.000
Dev.	4.333	2.548	5.986	9.575	12.057	5.763	9.235
Dev. (n-1)	4.333	2.548	5.986	9.575	12.057	5.763	9.235
2. Eigenval.	3.831	1.423	0.802	0.543	0.215	0.143	0.043
Eigenval.	257.663	99.288	27.978	20.100	5.961	4.220	1.438
Relation Matrix	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
1	1.000	0.809	0.757	-0.485	0.257	-0.415	0.448
2	0.809	1.000	0.693	-0.253	0.159	-0.271	0.280
3	0.757	0.693	1.000	-0.516	0.423	-0.419	0.614
4	-0.485	-0.253	-0.516	1.000	-0.109	0.321	-0.454
5	0.257	0.159	0.423	-0.109	1.000	-0.506	0.884
6	-0.415	-0.271	-0.419	0.321	-0.506	1.000	-0.612
7	0.448	0.280	0.614	-0.454	0.884	-0.612	1.000
rminant	0.003						

# REGION: 4. LAHAN BASAH

	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7	
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Null Cells	15179	15179	15179	15179	15179	15179	15179	15179
In Hectares	418.759	418.759	418.759	418.759	418.759	418.759	418.759	418.759
In Acres	1034.776	1034.776	1034.776	1034.776	1034.776	1034.776	1034.776	1034.776
mum	41.000	14.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.000
mum	77.000	38.000	77.000	58.000	43.000	39.000	52.000	52.000
	53.399	23.085	23.874	25.677	20.942	10.519	35.434	35.434
an	54.000	24.000	25.000	26.000	22.000	10.000	35.000	35.000
Dev.	3.461	2.792	6.065	9.896	8.947	7.368	3.495	3.495
Dev. (n-1)	3.461	2.792	6.065	9.896	8.947	7.369	3.495	3.495
. Eigenval.	3.334	1.585	1.038	0.520	0.285	0.143	0.094	0.094
Eigenval.	167.896	69.230	32.817	20.698	5.741	3.392	1.274	1.274

Relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1.000	0.652	0.626	0.104	0.251	-0.249	0.275
2	0.652	1.000	0.866	0.486	0.446	-0.151	0.333
3	0.626	0.866	1.000	0.386	0.402	-0.221	0.289
4	0.104	0.486	0.386	1.000	0.677	0.346	0.289
5	0.251	0.446	0.402	0.677	1.000	0.061	0.757
6	-0.249	-0.151	-0.221	0.346	0.061	1.000	-0.127
7	0.275	0.333	0.289	0.289	0.757	-0.127	1.000
rminant	0.011						

# REGION: 5. TUTUPAN LAHAN KOMPOSIT

	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Null Cells	39522	39522	39522	39522	39522	39522	39522
In Hectares	1090.334	1090.334	1090.334	1090.334	1090.334	1090.334	1090.334
In Acres	2694.275	2694.275	2694.275	2694.275	2694.275	2694.275	2694.275
mum	50.000	21.000	20.000	38.000	46.000	0.000	43.000
mum	114.000	58.000	79.000	99.000	116.000	44.000	81.000
	63.537	31.141	38.972	61.625	78.858	2.887	61.477
an	62.000	31.000	38.000	61.000	78.000	0.000	61.000
Dev.	7.328	4.196	7.121	9.646	7.853	5.780	5.107
Dev. (n-1)	7.328	4.196	7.121	9.647	7.853	5.780	5.107
. Eigenval.	3.143	1.533	1.319	0.621	0.187	0.135	0.063
Eigenval.	137.731	97.261	60.939	24.029	9.359	5.390	1.519
relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1.000	0.920	0.786	0.124	0.158	0.375	0.232
2	0.920	1.000	0.823	0.236	0.248	0.334	0.250
3	0.786	0.823	1.000	-0.003	0.272	0.233	0.439
4	0.124	0.236	-0.003	1.000	0.418	0.284	-0.208
5	0.158	0.248	0.272	0.418	1.000	0.083	0.610
6	0.375	0.334	0.233	0.284	0.083	1.000	-0.189
7	0.232	0.250	0.439	-0.208	0.610	-0.189	1.000
rminant	0.006						





## REGION: 6. TANAMAN POHON

	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
Null Cells	19184	19184	19184	19184	19184	19184	19184
In Hectares	529.249	529.249	529.249	529.249	529.249	529.249	529.249
In Acres	1307.803	1307.803	1307.803	1307.803	1307.803	1307.803	1307.803
Minimum	40.000	10.000	9.000	50.000	22.000	13.000	32.000
Maximum	73.000	34.000	42.000	124.000	83.000	41.000	54.000
Mean	46.211	20.754	17.554	83.740	56.347	28.725	41.694
Standard Dev.	46.000	20.000	17.000	83.000	56.000	28.000	42.000
Standard Dev. (n-1)	2.917	2.371	2.709	10.310	7.099	3.561	2.210
Standard Dev. (n-1)	2.917	2.371	2.709	10.310	7.099	3.562	2.210
First Eigenval.	2.982	1.466	0.961	0.581	0.541	0.340	0.130
First Eigenval.	142.460	20.033	15.952	8.595	4.811	2.364	1.525
Correlation Matrix	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
1	1.000	0.603	0.347	0.230	0.252	-0.333	0.271
2	0.603	1.000	0.527	0.377	0.254	-0.379	0.329
3	0.347	0.527	1.000	0.045	0.100	-0.129	0.212
4	0.230	0.377	0.045	1.000	0.732	-0.278	0.379
5	0.252	0.254	0.100	0.732	1.000	-0.155	0.693
6	-0.333	-0.379	-0.129	-0.278	-0.155	1.000	-0.085
7	0.271	0.329	0.212	0.379	0.693	-0.085	1.000
Determinant	0.058						

# REGION: 7. TANAMAN PERDU

	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
Null Cells	3828	3828	3828	3828	3828	3828	3828
In Hectares	105.607	105.607	105.607	105.607	105.607	105.607	105.607
In Acres	260.961	260.961	260.961	260.961	260.961	260.961	260.961
mean	44.000	19.000	7.000	82.000	65.000	0.000	41.000
mean	103.000	54.000	70.000	226.000	141.000	35.000	95.000
	56.294	28.779	28.537	102.827	90.187	7.001	54.958
an	55.000	29.000	28.000	100.000	90.000	5.000	54.000
Dev.	5.965	3.311	6.757	16.408	6.819	7.086	4.703
Dev. (n-1)	5.966	3.312	6.758	16.410	6.820	7.087	4.703
. Eigenval.	3.707	1.257	0.824	0.672	0.296	0.156	0.089
Eigenval.	278.343	109.118	48.021	30.471	7.004	5.996	1.404
Correlation Matrix	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
1	1.000	0.880	0.814	-0.059	0.336	0.016	0.645
2	0.880	1.000	0.849	-0.100	0.496	-0.069	0.658
3	0.814	0.849	1.000	-0.124	0.491	-0.143	0.758
4	-0.059	-0.100	-0.124	1.000	-0.232	0.217	-0.136
5	0.336	0.496	0.491	-0.232	1.000	-0.123	0.581
6	0.016	-0.069	-0.143	0.217	-0.123	1.000	-0.277
7	0.645	0.658	0.758	-0.136	0.581	-0.277	1.000
determinant	0.011						

REGION: 8: TANAMAN GRAMINAE

	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
-Null Cells	36778	36778	36778	36778	36778	36778	36778
a In Hectares	1014.633	1014.633	1014.633	1014.633	1014.633	1014.633	1014.633
a In Acres	2507.212	2507.212	2507.212	2507.212	2507.212	2507.212	2507.212
um	41.000	18.000	14.000	54.000	57.000	0.000	40.000
um	90.000	47.000	59.000	223.000	127.000	43.000	110.000
1	57.773	28.303	31.138	74.955	78.768	4.540	56.114
an	57.000	28.000	31.000	72.000	78.000	2.000	56.000
Dev.	5.182	3.250	6.177	12.299	7.568	5.878	4.730
Dev. (n-1)	5.182	3.250	6.177	12.299	7.568	5.878	4.730
Eigenval.	3.149	1.578	1.159	0.640	0.202	0.159	0.112
Eigenval.	174.147	88.979	38.753	24.884	7.027	5.624	1.625
Relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11	1.000	0.853	0.762	-0.161	0.178	0.080	0.451
12	0.853	1.000	0.756	0.042	0.348	0.098	0.415
13	0.762	0.756	1.000	-0.283	0.254	-0.004	0.623
14	-0.161	0.042	-0.283	1.000	0.466	0.208	-0.325
15	0.178	0.348	0.254	0.466	1.000	0.036	0.457
16	0.080	0.098	-0.004	0.208	0.036	1.000	-0.245
17	0.451	0.415	0.623	-0.325	0.457	-0.245	1.000
rminant	0.013						



# REGION: 9. BATAS AWAN

	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
-Null Cells	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030
a In Hectares	56.004	56.004	56.004	56.004	56.004	56.004	56.004
a In Acres	138.388	138.388	138.388	138.388	138.388	138.388	138.388
imum	81.000	42.000	64.000	46.000	88.000	0.000	64.000
imum	167.000	85.000	129.000	118.000	234.000	48.000	203.000
n	125.633	64.958	93.288	85.724	127.831	19.128	89.731
ian	125.000	64.000	92.000	88.000	124.000	19.000	84.000
. Dev.	13.733	7.196	11.733	12.024	19.769	13.184	19.584
. Dev. (n-1)	13.737	7.197	11.736	12.027	19.774	13.187	19.589
. Eigenval.	3.135	2.495	0.746	0.438	0.107	0.056	0.023
. Eigenval.	812.991	408.204	142.603	68.819	21.040	16.215	1.644

relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
31	1.000	0.938	0.813	0.452	0.139	0.207	-0.067
42	0.938	1.000	0.911	0.475	0.228	0.142	0.036
43	0.813	0.911	1.000	0.263	0.468	-0.072	0.316
44	0.452	0.475	0.263	1.000	-0.120	0.498	-0.385
45	0.139	0.228	0.468	-0.120	1.000	-0.323	0.900
46	0.207	0.142	-0.072	0.498	-0.323	1.000	-0.498
47	-0.067	0.036	0.316	-0.385	0.900	-0.498	1.000
eterminant	0.000						

# REGION: 10. AWAN JARANG

	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
Null Cells	927	927	927	927	927	927	927
In Hectares	25.574	25.574	25.574	25.574	25.574	25.574	25.574
In Acres	63.195	63.195	63.195	63.195	63.195	63.195	63.195
Sum	112.000	60.000	102.000	71.000	125.000	0.000	85.000
Sum	224.000	122.000	183.000	133.000	252.000	49.000	236.000
	173.702	91.646	137.124	110.246	169.776	28.071	112.184
an	171.000	90.000	135.000	109.000	165.000	29.000	107.000
Dev.	19.937	10.640	17.549	10.283	21.900	11.771	21.706
Dev. (n-1)	19.948	10.646	17.559	10.288	21.911	11.777	21.717
Eigenval.	4.096	1.824	0.703	0.246	0.074	0.045	0.012
Eigenval.	1213.072	603.404	118.811	32.785	30.533	15.493	1.772
Correlation Matrix	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----	Band4 -----	Band5 -----	Band6 -----	Band7 -----
1	1.000	0.956	0.890	0.792	0.398	0.187	0.047
2	0.956	1.000	0.965	0.826	0.540	0.103	0.230
3	0.890	0.965	1.000	0.772	0.676	0.031	0.389
4	0.792	0.826	0.772	1.000	0.397	0.249	0.087
5	0.398	0.540	0.676	0.397	1.000	-0.158	0.851
6	0.187	0.103	0.031	0.249	-0.158	1.000	-0.391
7	0.047	0.230	0.389	0.087	0.851	-0.391	1.000
Determinant	0.000						

# REGION: 11. AWAN TEBAL

	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
-Null Cells	266	266	266	266	266	266	266
a In Hectares	7.338	7.338	7.338	7.338	7.338	7.338	7.338
a In Acres	18.134	18.134	18.134	18.134	18.134	18.134	18.134
um	147.000	99.000	171.000	117.000	193.000	0.000	127.000
um	255.000	181.000	255.000	196.000	255.000	73.000	241.000
1	240.011	137.650	212.665	152.447	237.214	49.312	154.895
an	247.000	134.000	209.000	149.000	239.000	49.000	151.000
Dev.	16.074	17.083	24.771	16.953	15.563	12.497	18.885
Dev. (n-1)	16.105	17.115	24.818	16.985	15.592	12.520	18.920
Eigenval.	5.252	1.138	0.289	0.189	0.107	0.017	0.008
Eigenval.	1735.664	334.579	59.170	44.095	30.800	7.834	2.421

Relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1.000	0.761	0.748	0.696	0.584	0.738	0.046
2	0.761	1.000	0.977	0.978	0.799	0.766	0.557
3	0.748	0.977	1.000	0.972	0.871	0.729	0.610
4	0.696	0.978	0.972	1.000	0.852	0.748	0.593
5	0.584	0.799	0.871	0.852	1.000	0.572	0.665
6	0.738	0.766	0.729	0.748	0.572	1.000	0.185
7	0.046	0.557	0.610	0.593	0.665	0.185	1.000
rminant	0.000						

\*\*\*\*\*



## LAMPIRAN-3:

## LUAS DAERAH TUTUPAN LAHAN PENELITIAN DAN CACAH PIKSELNYA

Kategori Tutupan Lahan	Luas	Lahan	Cacah Piksel							!!
	Ha	m <sup>2</sup>	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7	
1. Lahan Basah	549.912	5499120	6110.133	6110.13333	6110.133	6110.133	6110.133	381.8833	6110.133	!!
2. Lahan Kosong	1840.039	18400390	20444.88	20444.8778	20444.88	20444.88	20444.88	1277.805	20444.88	!!
3. GEDUNG										!!
- Aspal, Beton, Gedung	803.143	8031430	8923.811	8923.81111	8923.811	8923.811	8923.811	557.7382	8923.811	!!
- Pemukiman	905.412	9054120	10060.13	10060.1333	10060.13	10060.13	10060.13	628.7583	10060.13	!!
4. VEGETASI										!!
- Tanaman Pohon	1028.785	10287850	11430.94	11430.9444	11430.94	11430.94	11430.94	714.434	11430.94	!!
- Tanaman Perdu	919.178	9191780	10213.09	10213.0889	10213.09	10213.09	10213.09	638.3181	10213.09	!!
- Tanaman Graminae	1014.633	10146330	11273.7	11273.7	11273.7	11273.7	11273.7	704.6063	11273.7	!!
5. Lahan Komposit	1090.334	10903340	12114.82	12114.8222	12114.82	12114.82	12114.82	757.1764	12114.82	!!
6. AWAN										!!
- Batas Awan	111.897	1118970	1243.3	1243.3	1243.3	1243.3	1243.3	77.70625	1243.3	!!
- Awan Jarang	42.21	422100	469	469	469	469	469	29.3125	469	!!
- Awan Tebal	16.829	168290	186.9889	186.988889	186.9889	186.9889	186.9889	11.68681	186.9889	!!

Catatan: 1 Hektar = 10 000 m<sup>2</sup>

IS TUTUPAN LAHAN: GEDUNG

REGION: 1. ASPAL/BETON

elation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.922	0.731	0.430	-0.044	0.243	-0.092
2	0.922	1.000	0.813	0.559	0.008	0.221	-0.090
3	0.731	0.813	1.000	0.528	0.033	0.161	-0.046
4	0.430	0.559	0.528	1.000	0.337	0.204	-0.067
5	-0.044	0.008	0.033	0.337	1.000	0.095	0.693
6	0.243	0.221	0.161	0.204	0.095	1.000	-0.050
7	-0.092	-0.090	-0.046	-0.067	0.693	-0.050	1.000
rminant	0.010						

REGION: 2. PEMUKIMAN

elation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.941	0.761	0.439	0.248	0.463	0.093
2	0.941	1.000	0.877	0.561	0.313	0.426	0.087
3	0.761	0.877	1.000	0.521	0.366	0.283	0.130
4	0.439	0.561	0.521	1.000	0.447	0.472	-0.164
5	0.248	0.313	0.366	0.447	1.000	0.184	0.620
6	0.463	0.426	0.283	0.472	0.184	1.000	-0.135
7	0.093	0.087	0.130	-0.164	0.620	-0.135	1.000
rminant	0.002						

### REGION: 3. LAHAN KOSONG

relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.809	0.757	-0.485	0.257	-0.415	0.448
2	0.809	1.000	0.693	-0.253	0.159	-0.271	0.280
3	0.757	0.693	1.000	-0.516	0.423	-0.419	0.614
4	-0.485	-0.253	-0.516	1.000	-0.109	0.321	-0.454
5	0.257	0.159	0.423	-0.109	1.000	-0.506	0.884
6	-0.415	-0.271	-0.419	0.321	-0.506	1.000	-0.612
7	0.448	0.280	0.614	-0.454	0.884	-0.612	1.000
rminant	0.003						

### REGION: 4. LAHAN BASAH

relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.652	0.626	0.104	0.251	-0.249	0.275
2	0.652	1.000	0.866	0.486	0.446	-0.151	0.333
3	0.626	0.866	1.000	0.386	0.402	-0.221	0.289
4	0.104	0.486	0.386	1.000	0.677	0.346	0.289
5	0.251	0.446	0.402	0.677	1.000	0.061	0.757
6	-0.249	-0.151	-0.221	0.346	0.061	1.000	-0.127
7	0.275	0.333	0.289	0.289	0.757	-0.127	1.000
rminant	0.011						

### REGION: 5. TUTUPAN LAHAN KOMPOSIT

relation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.920	0.786	0.124	0.158	0.375	0.232
2	0.920	1.000	0.823	0.236	0.248	0.334	0.250
3	0.786	0.823	1.000	-0.003	0.272	0.233	0.439
4	0.124	0.236	-0.003	1.000	0.418	0.284	-0.208
5	0.158	0.248	0.272	0.418	1.000	0.083	0.610
6	0.375	0.334	0.233	0.284	0.083	1.000	-0.189
7	0.232	0.250	0.439	-0.208	0.610	-0.189	1.000
rminant	0.006						



# IS TUTUPAN LAHAN: VEGETASI.

## REGION: 6. TANAMAN POHON

elation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.603	0.347	0.230	0.252	-0.333	0.271
2	0.603	1.000	0.527	0.377	0.254	-0.379	0.329
3	0.347	0.527	1.000	0.045	0.100	-0.129	0.212
4	0.230	0.377	0.045	1.000	0.732	-0.278	0.379
5	0.252	0.254	0.100	0.732	1.000	-0.155	0.693
6	-0.333	-0.379	-0.129	-0.278	-0.155	1.000	-0.085
7	0.271	0.329	0.212	0.379	0.693	-0.085	1.000
rminant	0.058						

## REGION: 7. TANAMAN PERDU

elation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.880	0.814	-0.059	0.336	0.016	0.645
2	0.880	1.000	0.849	-0.100	0.496	-0.069	0.658
3	0.814	0.849	1.000	-0.124	0.491	-0.143	0.758
4	-0.059	-0.100	-0.124	1.000	-0.232	0.217	-0.136
5	0.336	0.496	0.491	-0.232	1.000	-0.123	0.581
6	0.016	-0.069	-0.143	0.217	-0.123	1.000	-0.277
7	0.645	0.658	0.758	-0.136	0.581	-0.277	1.000
rminant	0.011						

## REGION: 8: TANAMAN GRAMINAE

elation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.853	0.762	-0.161	0.178	0.080	0.451
2	0.853	1.000	0.756	0.042	0.348	0.098	0.415
3	0.762	0.756	1.000	-0.283	0.254	-0.004	0.623
4	-0.161	0.042	-0.283	1.000	0.466	0.208	-0.325
5	0.178	0.348	0.254	0.466	1.000	0.036	0.457
6	0.080	0.098	-0.004	0.208	0.036	1.000	-0.245
7	0.451	0.415	0.623	-0.325	0.457	-0.245	1.000
rminant	0.013						

REGION: 10. BATAS AWAN							
Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.938	0.813	0.452	0.139	0.207	-0.067
2	0.938	1.000	0.911	0.475	0.228	0.142	0.036
3	0.813	0.911	1.000	0.263	0.468	-0.072	0.316
4	0.452	0.475	0.263	1.000	-0.120	0.498	-0.385
5	0.139	0.228	0.468	-0.120	1.000	-0.323	0.900
6	0.207	0.142	-0.072	0.498	-0.323	1.000	-0.498
7	-0.067	0.036	0.316	-0.385	0.900	-0.498	1.000
Determinant	0.000						

REGION: 10. AWAN JARANG							
Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.956	0.890	0.792	0.398	0.187	0.047
2	0.956	1.000	0.965	0.826	0.540	0.103	0.230
3	0.890	0.965	1.000	0.772	0.676	0.031	0.389
4	0.792	0.826	0.772	1.000	0.397	0.249	0.087
5	0.398	0.540	0.676	0.397	1.000	-0.158	0.851
6	0.187	0.103	0.031	0.249	-0.158	1.000	-0.391
7	0.047	0.230	0.389	0.087	0.851	-0.391	1.000
Determinant	0.000						

REGION: 11. AWAN TEBAL							
Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000	0.761	0.748	0.696	0.584	0.738	0.046
2	0.761	1.000	0.977	0.978	0.799	0.766	0.557
3	0.748	0.977	1.000	0.972	0.871	0.729	0.610
4	0.696	0.978	0.972	1.000	0.852	0.748	0.593
5	0.584	0.799	0.871	0.852	1.000	0.572	0.665
6	0.738	0.766	0.729	0.748	0.572	1.000	0.185
7	0.046	0.557	0.610	0.593	0.665	0.185	1.000
Determinant	0.000						

\*\*\*\*\*

# LAMPIRAN-5: HITUNGAN HARGA F DAN UJI SIGNIFIKANSINYA

jenis Tutupan Lahan	$R^2$	k	$(1 - R^2)$	Cacah Piksel	(N-k-1)	$F_{hitungan}$	$F_{tabel, 5\%}$	Relasi	Kesimp
<b>VEGETASI:</b>									
Tutupan Pohon	0.075	6.000	0.925	367.534	360.534	4.872	2.518	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan
Tutupan Perdu	0.453	6.000	0.547	73.338	66.338	9.165	2.224	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan
Tutupan Graminae	0.076	6.000	0.924	1022.090	1015.090	14.003	2.100	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan
									$H_o$ , ditolak dan
DAUN KOSONG	0.357	6.000	0.643	1647.720	1640.720	151.758	2.090	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan
									$H_o$ , ditolak dan
DAUN BASAH	0.113	6.000	0.887	290.804	283.804	6.004	2.345	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan
									$H_o$ , ditolak dan
DAUN KOMPOSIT	0.078	6.000	0.922	757.176	750.176	10.522	2.299	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan
									$H_o$ , ditolak dan
TUTUPAN GEDUNG									$H_o$ , ditolak dan
Aspal/Beton	0.541	6.000	0.459	647.859	640.859	126.090	2.387	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan
Permukiman	0.156	6.000	0.844	154.263	147.263	4.542	2.158	$F_{hit} > F_{tab, 5\%}$	$H_o$ , ditolak dan



# RAN-6: HASIL PERHITUNGAN KONSTANTA DAN RUMUS T

h (10 <sup>-34</sup> ) J.dtk	c (10 <sup>3</sup> ) m/dtk	k 10 <sup>-23</sup> J/Molek.K	(hc/k)	Band 10 <sup>-6</sup> m	Titik Tengah λ m	1/λ m <sup>-1</sup>	a = (hc/k)/λ m	b = ln [(2hc)/λ <sup>3</sup> ] m
6.6262	3	1.38066	0.0144	1: 0,45 - 0,52	0.0000004850	2061855.6701	29690.7216	
6.6262	3			2: 0,52- 0,60	0.0000005600	1785714.2857	25714.2857	
6.6262	3			3:0,63 - 0,69	0.0000006600	1515151.5152	21818.1818	
6.6262	3			4:0,76 - 0,90	0.0000008300	1204819.2771	17349.3976	
6.6262	3			5:1,55 - 1,75	0.0000016500	606060.6061	8727.2727	
6.6262	3			6:2,08 - 2,35	0.0000022150	451467.2686	6501.1287	
6.6262	3			7: 10,4 - 12,5	0.0000114500	87336.2445	1257.6419	

Rata-rata:

15865.5186

Jenis Tutupan Lahan	ε	T 10 <sup>-9</sup> Watt/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>	ln(ε*T)	a 15865.5186	b/a	K	K/4	$T = \frac{0,25}{\left(\frac{K}{4}\right) + \ln 7}$
Basah	0.96	5.6703	-16.7263	15865.5186	0.0071	-0.008154252	-0.002038563	T = 0,25/[-0,002038563]
Kosong	0.92	5.6703	-16.7688	15865.5186	0.0071	-0.008156935	-0.002039234	T = 0,25/[-0,002039234]
Lahan: GEDUNG							-0.00203932	T = 0,25/[-0,00203932]
ton	0.91	5.6703	-16.7797	15865.5186	0.0071	-0.008157624	-0.002039406	T = 0,25/[-0,00203941]
nan	0.92	5.6703	-16.7688	15865.5186	0.0071	-0.008156935	-0.002039234	T = 0,25/[-0,002039234]
Lahan: VEGETASI							-0.002038238	T = 0,25/[-0,002039234]
Pohon	0.98	5.6703	-16.7056	15865.5186	0.0071	-0.008152953	-0.002038238	T = 0,25/[-0,00203824]
n Perdu	0.98	5.6703	-16.7056	15865.5186	0.0071	-0.008152953	-0.002038238	T = 0,25/[-0,00203924]
n Graminae	0.98	5.6703	-16.7056	15865.5186	0.0071	-0.008152953	-0.002038238	T = 0,25/[-0,00203924]
Lahan Komposit	0.94	5.6703	-16.7473	15865.5186	0.0071	-0.008155579	-0.002038895	T = 0,25/[-0,002038895]

RATA-RATA:

-0.00203885

LAMPIRAN-7: HASIL PERHITUNGAN SUMBANGAN EFEKTIF KE C DAN SUHU T

Jenis Tutupan Lahan	$\varepsilon^*$	$T$ Watt/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>	Luas '(dA) m <sup>2</sup>	Sumbangan Efektif ke B6 C (%)	Sumbangan Efektif ke B6 C per m <sup>2</sup> (%)	$T^3 = \frac{C}{4\varepsilon \pi dA dt}$ (%)	$T = 3 \sqrt{\frac{C}{4\varepsilon \pi dA dt}}$ (%)
Lahan Basah	0.96	0.000000056703	5499120	11.2630	0.00000205	9.406403969	2.1109 ✓
Lahan Kosong	0.92	0.000000056703	18400390	35.6900	0.00000194	9.295348232	2.1026 ✓
Tutupan Lahan: GEDUNG	0.915	0.000000056703	8542775	34.8776	0.00000423	19.67254296	2.6995 ✓
Aspal/Beton	0.91	0.000000056703	8031430	54.1391	0.00000674	32.65959033	3.1965 }
Pemukiman	0.92	0.000000056703	5054120	15.6161	0.00000172	8.265563748	2.0219 }
Tutupan Lahan: VEGETASI	0.98	0.000000056703	9875320	7.5561	0.00000077	3.44234517	1.5099 ✓
Tanaman Pohon	0.98	0.000000056703	10287850	7.5003	0.00000073	3.279909853	1.4858 }
Tanaman Perdu	0.98	0.000000056703	9191780	7.5237	0.00000082	3.682474474	1.5442 }
Tanaman Graminae	0.98	0.000000056703	10146330	7.6442	0.00000075	3.389463443	1.5021 ✓
Tutupan Lahan Komposit	0.94	0.000000056703	10903340	7.7628	0.00000071	3.339373223	1.4947 ✓

RATA-RATA: 9.03120271 1.983532592

\*) Lillesand dan Kieffer, 1988. Hal 465-470



## LAMPIRAN 8: HEADER FILE CITRA BAHAN TESIS

INFORMASI KWADRAN/FULL SCENE CITRA DALAM MEDIA CDROM  
DIAMBIL DARI HEADER CCT MASTER MERIDIAN/GICS  
Nomor Registrasi : X-8.1/PD/VIII/97 MATRA-LAUT

1. Software release	: MERIDIAN-B
2. Tape Id	: I000654 1/1
3. Logical Volume Id	: L5TC 97223000654
4. Volume set Id	: LANDSAT
5. Logical volume creation date	: 19970811
6. Logical volume creation time	: 15474053
7. Agency, Country	: MERIDIAN, INDONESIA
8. Product Id	: L5TM 97149
9. Input scene Identification	: 4837020437
10. Input scene center latitude	: -7.1884212
11. Input scene center longitude	: 113.1173858
12. Line number at scene center	: 2864.0000000
13. Pixel number at scene center	: 3358.5000000
14. Input scene center time (Acq.)	: 19970529020437
15. Acquisition date & time	: 19970529020437
16. WRS designator	: WD118 65
17. WRS cycle	: 301
18. Processed scene Id	: L5TM 97149
19. Processed scene center latitude	: -7.1974356
20. Processed scene center longitude	: 112.7157508
21. Line number scene center	: 1500.0000000
22. Pixel number scene center	: 1750.0000000
23. Overlap line count	:
24. Orbit number	:
25. Ascending_Decending_flag	:
26. Number of active band	: 7
27. Number pixel per line	: 3500
28. Number of line	: 3000
29. Radiometric resolution design	: 8
30. Resampling designator	:
31. Map projection Id	: NNNNNNNNNNNNNNNNN
32. Product processing level	: 05
33. Interleave_ind	: BIL
34. Input nominal scene data pixels	: 3500
35. Input nominal scene data lines	: 3000
36. Nominal pixel size at nadir	: 30.0000000



37. Nominal line spacing at nadir	:	30.0000000
38. Scene center image skew	:	
39. UTM datum zone	:	IND 49
40. Nominal WRS centre northing	:	
41. Nominal WRS centre easting	:	
42. Centre northing	:	9230513.0238914
43. Centre easting	:	681932.5213101
44. Vertical offset scene to WRS	:	
45. Horizontal offset scene to WRS	:	
46. Centre orientation	:	8.3389692
47. Number pixel per line	:	3500
48. Number line	:	3000
49. Processed pixel spacing	:	30.0000000
50. Processed line spacing	:	30.0000000
51. Processed UTM datum zone	:	IND 49
52. Processed line num WRS centre	:	
53. Processed pixel num WRS centre	:	
54. Nominal orbit inclination	:	
55. Nominal ascending node	:	
56. Nominal altitude	:	
57. Nominal ground speed	:	
58. Satelit heading at full scene	:	
59. Cross track FOV	:	
60. Sensor scan rate	:	
61. Sensor sampling rate	:	
62. Sun elevation	:	45.6592489
63. Sun azimuth	:	48.9662119

*Bank Data Inderaja, LAPAN <SHM.1996>*